



**TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO**  
**TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

# TUOTEKONFIGURAATTORIN LUOMIEN TILAUSOHJAUTUVIEN KOMONENTTIEN KUSTANNUSTEN MERKITYS TUOTEKUS- TANNUSTEN MUODOSTUMISEN KANNALTA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Jussi Heikkilä  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
talouden ja rakentamisen tiedekun-  
nan tiedekuntaneuvoston kokouk-  
sessa 4.5.2016

## TIIVISTELMÄ

### **Tuotekonfiguraattorin luomien tilausohjautuvien komponenttien kustannusten merkitys tuotekustannusten muodostumisen kannalta**

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 58 sivua

Toukokuu 2016

Tuotantotalouden diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Teollisuustalous

Tarkastaja: professori Jussi Heikkilä

Avainsanat: toiminnanohjausjärjestelmä, konfiguraattori, vakiokustannus

Toiminnanohjausjärjestelmät ovat käytössä useissa teollisuusyrityksissä, sillä toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa yrityksen toimintojen automatisoinnin ja keskitetyn tiedonkeruun. Yritysten erilaisista toimintaympäristöistä ja prosesseista johtuen toiminnanohjausjärjestelmiä muokataan yrityksen tarpeisiin eri tavoin. Tilausohjautuvassa tuotannossa ratkaisuna laajan tuotevalikoiman hallintaan ja tilaus-toimitusprosessin automatisointiin on usein tuotekonfiguraattori. Tarkastellussa yrityksessä on toiminnanohjausjärjestelmään liitetty kaksi tuotekonfiguraattoria, joista työssä käsitelty tuotekonfiguraattori tukee erityisesti varioituvien tuotteiden hallintaa. Varioituviin tuotteisiin liittyy tilausohjautuvia osia, joiden osto-osien kustannuksien laskenta tehdään tapauskohtaisesti.

Työn tavoitteena on tarkastella tuotekonfiguraattorin muodostaman lopputuotteen yksikkökustannuksen oikeellisuutta kokonaisuutena sekä tilausohjautuvien osto-osien osalta. Tuotekonfiguraattorin laskemaa yksikkökustannusta verrattiin lopputuotteen valmistuneen tuotantotilauksen toteutuneeseen kustannukseen. Tuotekonfiguraattori laskee rakenteen tilausohjautuville osto-osille laskennallisen yksikkökustannuksen, jota verrattiin toteutuneeseen hankintakustannukseen. Löydettyjen erojen syyt pyrittiin analysoimaan tapauksen välisellä vertailulla. Tapaukset valittiin taulukoimalla vuonna 2015 valmistuneet tuotantotilaukset ja ryhmittelemällä ne tyypeittäin. Ryhmistä valittiin kaksi tuotetyyppiä, joista valittiin kirjoittajan kokemuksen perusteella edustavimmaksi oletettu tapaus.

Työssä havaittiin, että konfiguraattorin lopputuotteelle laskema vakiokustannus on lähellä tuotantotilauksen toteutunutta kustannusta, mikäli lopputuote on selkeästi asiakasvarioituva. Vakiokokoonpanoja käyttävässä tuotannossa sen sijaan havaittiin tuotekonfiguraattorin vakiokustannuksen laskennassa ohjelmointivirhe, jonka vuoksi konfiguraattorin laskema kustannus oli toteutunutta pienempi. Tuotekonfiguraattorin tilausohjautuville osto-osille laskeman yksikkökustannuksen havaittiin olevan toteutunutta suurempi, mutta kokonaiskustannusten kannalta ero oli merkityksetön.

Työn havaintojen perusteella konfiguraattorin laskemaan kokonaiskustannukseen vaikuttaa eniten konfiguraattoriin ohjelmoitu tuoterakenne. Kun tuoterakenne vastaa todellista tuoterakennetta ja jokaisen osan kustannus on laskettu kokonaiskustannukseen, on laskennallinen kokonaiskustannus lähellä toteutunutta. Siten tuotteen konfigurointialia ohjelmoitaessa on ensisijaisesti varmistettava, että tuotemalli on oikein.

## ABSTRACT

### **Product configurators impact on order-driven component costs and their implications on total product costs**

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 58 pages

May 2016

Master's Degree Programme in Industrial Engineering and Management

Major: Industrial Management

Examiner: Professor Jussi Heikkilä

**Keywords:** Enterprise Resource Planning, ERP, configurator, standard costing

Enterprise Resource Planning (ERP) Systems are widely used in industrial companies, because these systems enable automatization of business processes and provide tool for centralized data collection. As different businesses have different processes and operate in different environments, there is often need to align ERP to business process. One common way to modify ERP is to add an add-on to ERP. In order-driven production there is a wide variety of product variants to be controlled. Solution for managing and automating the order-to-delivery process is often a configurator embedded to ERP. Two product configurators are connected to the ERP system of the company studied. Of them is studied the product configurator, which supports configuration of order-driven, varied product range. An order-driven product often includes purchased components, which are unique and therefore their cost has to be calculated case by case.

The purpose of this thesis is to examine how close to actual costs are the costs calculated by the product configurator. This is done in respect of total product costs and order-driven component costs. The unit cost calculated by the product configurator is compared to actual costs formed in the production order. Product configurator calculates the assumed cost per unit to the order-driven components, which was the compared to the actual purchase costs. The calculated and real costs were compared for finding reasons for the differences between actual and assumed costs. The product orders to compare were selected by tabulating the products completed during 2015 and grouping them by product type. Two types of product groups were selected on the basis of the author's experience. Comparison was then made inside the group.

It was observed that if the final product is strongly order-driven, product configurators calculate unit costs rather close to the actual costs formed by book keeping entries of the production order. However, in some standard product configurations a programming error was observed. This error caused the configurator estimated costs to be lower than the actual costs. The product configurator estimated that the costs to the purchased parts being higher than the actual costs. However, the significance of the difference in terms of the total cost was low.

As a conclusion it was found that the product model programmed to the product configurator was the most significant factor influencing on total product costs. If the product model was corresponding to the actual bill of materials and calculating of costs included every item, was calculated total product cost near to the actual costs. Thus, when programming configuration model to a product, first thing is to ensure that the product model is correct.

## ALKUSANAT

Diplomityöprosessi on ollut haastava ja antoisa. Prosessi alkoi lähes vuosikymmen sitten ja on elänyt vahvasti mukana elämäni käännteissä, välillä painuen taka-alalle mutta koko ajan mielessä. Yhtä pitkään olen tehnyt oman alani töitä ja huomannut käytännössä yliopistomme opetuksen korkean tason. Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston Tuotantotalouden osastolle opinnäytteeksi, mutta työssä tarkasteltavan yrityksen panos työhön on myös ollut merkittävä. Minulla on ollut ilo tehdä työtäni loistavien kollegoiden ja esimiesten kanssa. Kiitos.

Haluan lämpimästi kiittää ohjaajaani, professori Jussi Heikkilää. En aiemmin uskonut, kuinka suuri merkitys voi hyvällä ohjaajalla olla diplomityöprosessissa. Sain sopivasti apua, riittävästi tukea ja ennen kaikkea ajattelemaan herättäviä kysymyksiä. Olen kiitollinen myös opintoneuvojille, jotka auttoivat minua lukemattomia kertoja yrittäessäni ymmärtää miten opintoihin liittyvät prosessit ovat muuttuneet vuosien saatossa. Opintopsykologilta sain korvaamatonta apua sen henkisen esteen voittamiseen, joka diplomityöni uudelleenaloittamisen edessä oli.

Olen kiitollinen ystäväilleni ja perheelleni tuesta. Erityisesti haluan kiittää Merja Peltokoskea. Hän on ollut tukenani monessa elämäni hetkessä, vaikka tavatessamme fukseina ei kumpikaan sitä uskonut. Hän on vastannut väsymättä kysymyksiini viittaustekniikasta ja valanut uskoa valmistumiseeni. Perheeni tuki on ollut korvaamatonta. Haluan kiittää vanhempiani ja siskojani kärsivällisyydestä ja uskosta minuun.

Rakkain ajatuksin kiitän myös miestäni ja tyttöjäni. Diplomityön viimeinen puristus vaati teiltä valtavan määrän kärsivällisyyttä ja luottamusta minuun. Kiitos miehelleni Samille, että jaksoit kuunnella varmasti loputtomalta kuulostavaa puhettani diplomityöni sisällöstä ja ongelmista. Kiitos tyttärilleni siitä, että muistutitte kerta toisensa jälkeen, mikä elämässä on tärkeintä.

Järvenpäässä, 9.5.2016

Kirsi Peltokoski

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Yritys Oy – lähihistorian yritysmuutosten ja nykytilan kuvaus .....	1
1.2	Tutkimusongelma, näkökulma ja rajaukset .....	2
1.3	Työn tavoitteet .....	3
1.4	Tutkimusote ja -menetelmä .....	4
1.4.1	Tapaustutkimus .....	6
1.4.2	Toimintatutkimus .....	8
1.4.3	Suunnittelututkimus .....	9
1.4.4	Työn tutkimusmenetelmä .....	9
2.	YRITYS OY:N TARKASTELTAVAT JÄRJESTELMÄT .....	11
2.1	Toiminnanohjausjärjestelmä .....	11
2.1.1	Toiminnanohjausjärjestelmän mahdollisuudet ja rajoitteet .....	13
2.1.2	Toiminnanohjausjärjestelmän kustomointi yrityksen tarpeisiin ....	15
2.1.3	Toiminnanohjausjärjestelmän tuottama tieto .....	17
2.1.4	Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmä .....	18
2.2	Tuotekonfiguraattori .....	19
2.2.1	Tuotekonfiguraattorien kehitys .....	20
2.2.2	Konfiguraattorin kehitysprojekti .....	21
2.2.3	Yritys Oy:n tuotekonfiguraattori .....	22
2.3	Ulkoisten lisäosien integrointi toiminnanohjausjärjestelmään .....	25
2.3.1	Integrointi Yritys Oy:ssä .....	26
3.	HANKINTATOIMI JA KUSTANNUKSET .....	28
3.1	Hankintatoimen osa-alueet .....	28
3.2	Hankintatoimi tilausohjautuvassa tuotannossa .....	29
3.3	Arvostusmenetelmä .....	30
4.	YRITYS OY:N TUOTTEET .....	32
4.1	Yritys Oy:n tilausohjautuvien ovien rakenteiden karkea kuvaus .....	32
4.2	Tuotannon ja hankinnan yhteistyön kuvaus .....	33
4.3	Tilausohjautuvien komponenttien ostojen linkitys tuotantoon .....	34
5.	TIETOKANTATAULUJEN TIEDOT TUOTETYYPEISTÄ .....	35
5.1	Aineiston valinta ja menetelmät .....	36
5.2	Ovityyppi A .....	37
5.3	Ovityyppi E .....	41
5.4	Konfiguraattorin luomat linkitykset ja kustannuksien muuttuminen .....	42
6.	TULOKSET .....	44
6.1	Tuotekonfiguraattorin laskema lopputuotteen yksikkökustannus verrattuna toteutuneeseen kustannukseen .....	44
6.2	Kustannusten muodostumisen erot – ovityyppi A .....	44
6.3	Kustannuksien muodostumisen erot – ovityyppi E .....	46

6.4	Löydetyt erot konfiguraattorin laskeman ja toteutuneen kustannuksen välillä varioituvien osto-osien suhteen .....	48
7.	PÄÄTELMÄT .....	50
7.1	Tuotteen räätälöintiasteen vaikutus lopputuotteen kustannusten oikeellisuuteen .....	50
7.2	Tuotekonfiguraattorin merkitys hankinnan kannalta .....	51
7.3	Konfiguraattorin luomien hankintakustannusten ja toteutuneiden hankintakustannuksien eron vaikutus kokonaiskustannuksiin .....	52
7.4	Tutkimuksen tarkastelu .....	52
7.5	Suositukset työn teettäjälle ja tiedeyhteisölle.....	53
8.	YHTEENVETO .....	54
	LÄHTEET.....	56

## KUVALUETTELO

<i>Kuva 1: Ovien tuotantotilaukset ovityypeittäin.....</i>	<i>36</i>
--	-----------

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

ERP	engl. Enterprise resource planning, suom. toiminnanohjausjärjestelmä. Yrityksen resurssien suunnittelun työkalu, joka yhdistää yrityksen resurssit samaan ohjelmistoon. Kehitetty MRP1 pohjalta.
Komponentti	Tuotteen osa tai osien yhdistelmä, jota käsitellään yhtenä kokonaisuutena.
Moduuli	Toiminnanohjausjärjestelmän osa
MRP1	engl. Materials Requirements Planning. MRP1 laskee tuoterakenteiden ja varastojen perusteella materiaalitytöt.
Varioitava	Nimike, osa tai komponentti, jonka määreet muuttuvat tilausohjautuvasti.



# 1. JOHDANTO

Toiminnanohjausjärjestelmien hankinta yritykseen johtuu usein tarpeesta saada yrityksen keskeiset osa-alueet automatisoitua ja tiedot koottua yhteen paikkaan. Toiminnanohjausjärjestelmässä on kuitenkin rajoituksia, joita paikkaamaan kehitetään yrityksen tarpeisiin vastaavia lisäsovelluksia. Lisäsovellukset voivat olla käyttäjälle huomaamattomasti toiminnanohjausjärjestelmään upotettuina tai selkeästi erillisiä sovelluksia, joita kuitenkin käytetään toiminnanohjausjärjestelmän kautta.

Tuotekonfiguraattori on eräs esimerkki tilanteessa, jossa kaikkia yrityksen lopputuotteita ei voida määritellä järjestelmään niiden rakenteen vaihtuvuuden vuoksi. Modulaarisissa tuotteissa tuotekonfiguraattoreita käytetään keräämään vakiomoduuleista asiakastarpeita vastaava lopputuote. Osittain modulaarisissa tuotteissa tuotekonfiguraattori kerää valmiiksi määritellyistä vakiomoduuleista ja räätälöidyistä erikoisosista lopputuotteen. Haasteena osittain modulaarisessa tuotteessa on kustannusten määrittely tuotteen niille osille, jotka ostetaan tai tuotetaan vain kyseisen tuotteen tarpeisiin.

Työn ensimmäisessä osiossa esitellään lyhyesti kohdeyrityksen tausta, työn tausta sekä tavoitteet ja käytetyt menetelmät. Luvussa kaksi käsitellään toiminnanohjausjärjestelmiin ja konfiguraattoriin liittyvää kirjallisuutta pääpainona toiminnanohjausjärjestelmän mukauttaminen ja integrointi yrityksen tarpeisiin. Luvussa kolme esitellään päätasolla hankintatoimea tilausohjautuvassa tuotannossa sekä kohdeyrityksen käytössä olevien arvostusmenetelmien laskentaperiaatteet. Luvussa neljä esitellään työssä tarkasteltavien tuotteiden perusrakenne sekä toimintoketju hankinnan ja tuotannon yhteistyön kannalta kohdeyrityksessä. Luvussa viisi ja kuusi tarkastellaan käsiteltävää aineistoa. Aineistosta tehdyt päätelmät kuvataan luvussa seitsemän ja työn yhteenveto esitetään luvussa kahdeksan.

## 1.1 Yritys Oy – lähihistorian yritysmuutosten ja nykytilan kuvaus

Työssä tarkasteltavan Yritys Oy:n tuotteet vaihtelevat asiakasräätälöidyistä tuotteista täysin modulaarisiin tuotteisiin ja massatuotantoon. Tämä vaihtelu haastaa tuotannonohjausjärjestelmää, kun kaikkia tuotteita ei voida ohjata tai syöttää järjestelmään samalla tavalla. Massatuotannossa käytetään kiinteitä nimikekoodeja, joilla on oma rakenne järjestelmässä. Moduuleista kootut lopputuotteet konfiguroidaan konfiguraattoriin asettujen rajausten perusteella. Konfiguraattorin rajaukset voivat koskea esimerkiksi sallittuja mittoja, malliin perustuvia varusteluvaihtoehtoja tai valinnaisia lisävarusteita. Asiakasräätälöidyt lopputuotteet ovat lähes poikkeuksetta jollain tavoin erilaisia tuotteita.

ta, joiden määrittely tuotannon, hankinnan ja kustannustenkin osalta on aina kertaluonteinen koitos. Asiakasräätälöidyissä tuotteissakin kannattaa käyttää mahdollisimman pitkälle vakioituja osia, joten räätälöitykin tuote on osittain moduuleista koottu. Tämä mahdollistaa kustannusten arvioinnin etukäteen.

Yritys Oy:n eteläisen tehtaan toiminnanohjausjärjestelmä vaihdettiin sisaryhtiöfuusion jälkeen itäisellä tehtaalla käytössä olevaan toiminnanohjausjärjestelmään ja vaihdossa muokattiin sekä räätälöitiin olemassa olevaa toiminnanohjausjärjestelmää vastaamaan tehtaan vaatimuksiin. Itäisellä tehtaalla käytössä olevan tuotekonfiguraattorin ei katsottu vastaavan eteläisen tehtaan vaatimuksia, sillä tuotekonfiguraattori soveltui vain modulaariseen konfigurointiin. Eteläisen tehtaan aiempi konfiguraattori oli vastannut myös käytännön vaatimuksia vain osittain. Järjestelmävaihdon yhteydessä päädyttiin ottamaan käyttöön uusi konfiguraattori, joka on käytössä muissa yrityksissä esimerkiksi talopakettien myynissä. Periaatteessa tilanne vaikuttaa lähes samalta molemmissa tuotannoissa, mutta käytännössä tilanne on eri. Aiempi moduulien yhdistämiseen perustuva konfiguraattori tukee erittäin hyvin modulaarista tuotantoa, jossa tuotteen tuoterakenne muuttuu harvoin ja muutos koskee koko tuotetta. Koska konfiguraation perusta on olemassa olevien moduulien yhdistäminen konfiguroinnin perusteella, sen ohjelmoitavuus asiakasräätälöityihin tuotteisiin on rajallista. Uusi konfiguraattori sen sijaan ei vaadi olemassa olevia moduuleita vaan siihen voidaan ohjelmoida tuoterakenteen muodostuminen nimiketasolla, jolloin muodostuvat lopputuotteen sekä osakokoonpanojen tuoterakenteet luodaan konfigurointikohtaisesti.

Eteläisen tehtaan valmistamista ovista merkittävä osa on asiakasvarioituvia, jotka valmistetaan tilausohjautuvasti niiden poikkeuksellisten mittojen tai vaihtelevan kysynnän vuoksi. Asiakasvarioituvien lopputuotteiden rakenteet usein sisältävät esimerkiksi mitoiltaan varioituvia osto-osia, jotka ostetaan tilauskohtaisesti eikä niitä varastoida. Siten niiden hankintakustannukset vaikuttavat joskus merkittävästikin lopputuotteen kustannuksiin ja sitä kautta katteeseen. Täten niiden käsittely haluttiin alusta alkaen toiminnanohjausjärjestelmän tietoihin. Nämä tilausohjautuvat osat tulevat varastoitavien osien tavoin hankintaehdotuksen kautta tilattavaksi, mutta ohjaustekijöiltään osat käsitellään tilausohjattuna.

Tässä työssä keskitytään toiminnanohjausjärjestelmään upotettuun, käyttöönoton jälkeen käyttöönotettuun, tuotekonfiguraattorin toimintaan. Tämän konfiguraattorin toimintaa verrataan tarvittaessa toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottovaiheessa upotettuun, moduulien yhdistämiseen perustuvaan, konfiguraattoriin.

## 1.2 Tutkimusongelma, näkökulma ja rajaukset

Tuotekonfiguraattorin tulosta arvioitaessa usein keskitytään tuotekonfiguraattorin luoman tuoterakenteen virheettömyyden arviointiin. Tuoterakenteen lisäksi tuotekonfiguraattorin tulos on kuitenkin arvioitavissa myös kustannusten muodostumisen ja niiden

oikeellisuuden kannalta. Toiminnanohjausjärjestelmään liitetty ja siihen tietoa tuottava tuotekonfiguraattori tuottaa merkittävän määrän tietoa toiminnanohjausjärjestelmän kirjanpitoaineistoon esimerkiksi tuotekannattavuuden, varastonarvon ja katelaskennan kannalta.

Työn näkökulma on toiminnanohjausjärjestelmän ja tuotekonfiguraattorin muodostama yhteistyö. Toiminnanohjausjärjestelmä tarjoaa tietoja konfiguraattorin tarpeisiin ja vastaavasti konfiguroinnin tuloksena toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan syötetään merkittävä määrä tietoa hyödynnettäväksi kaikissa toiminnanohjausjärjestelmän toiminnoissa. Yhteistyöhön vaikuttaa konfiguroinnin ohjelmointi, toiminnanohjausjärjestelmän käyttö ja tietoihin tehtävät muutokset. Näkökulmana on tarkastella yhteistyötä objektiivisesti toiminnanohjausjärjestelmän tietokannan kirjausten ja konfiguraattorin toiminnanohjausjärjestelmään syötetyn tuotetiedon summana. Työn ulkopuolelle rajataan mahdolliset käyttäjien tekemät toiminnanohjausjärjestelmän ulkopuoliset tiedonvälitykset.

Työssä tarkastellaan tuotekonfiguraattorin luoman nimikkeen tuoterakenteen oikeellisuutta vain kustannusten muodostumisen kannalta. Mahdolliset tuoterakennevirheet käsitellään niiltä osin, jos ne koskevat ostettavia osia. Työssä tarkemmin tarkasteltavat tilausohjautuvat osto-osat eivät ole varastoitavia, eikä niillä siten ole tarkasteltavaa varastonkiertoa. Siten varastonkiertoon ja varastointiin liittyviä kustannuksia ei tarkastella, vaikka ne tuotteiden kokonaiskustannusten kannalta ovat varastoitavien osien kohdalla merkittävä osa-alue. Vertailussa tarkastellaan myös varastoitavien osien määrää suhteessa tilausohjattaviin osiin, mutta niiden varastointi ja varastonkierto jätetään työn ulkopuolelle.

Tilausohjautuvien komponenttien osuus kvartaaleittain tapahtuvassa inventoinnissa on Yritys Oy:ssä pieni, sillä inventointihetkellä varastossa tulisi olla vain lähiaikoina valmistuviin lopputuotteisiin liittyviä komponentteja. Tästä johtuen varaston inventointi jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

Kustannusten käsittelyyn kuuluu ostotilauksiin liittyvien laskujen käsittely, joka hoidetaan Yritys Oy:ssä toiminnanohjausjärjestelmään liitettyllä sähköisellä laskujen käsittelyohjelmistolla. Työssä esitellään ohjelmiston periaate siltä osin, miten se vaikuttaa lopputuotteen kustannusseurantaan. Tarkempi ohjelmiston esittely rajataan työn ulkopuolelle.

### **1.3 Työn tavoitteet**

Työn kirjoittajan kokemuksen mukaan tuotekonfiguraattorin toimintaa usein arvioidaan tuotekonfiguraattorin tuottaman tuoterakenteen ja tuotetiedon kannalta. Tuoterakenteen lisäksi tuotekonfiguraattori kuitenkin tuottaa tietoa taloushallinnon tarpeisiin. Tuotekon-

figuraattorin luomat yksikkökustannukset vaikuttavat kirjauksien kautta kirjanpitoon ja siten niiden oikeellisuus on tuotetiedon ohella yrityksen kannalta tärkeää.

Toiminnanohjausjärjestelmän nimikerekisterin nimikkeillä on yksikkökustannus, joka päivitetään arvostusmenetelmän mukaisesti asetetuin määrajoin. Kun nimike luodaan nimikerekisteriin, tulee sille asettaa yksikkökustannus. Nimikkeen yksikkökustannus arvioidaan sen rakenteen tai hankintatoimen tuottamien tietojen perusteella. Jos kyseessä on varastoituva nimike, sen yksikkökustannuksen päivitys perustuu toteutuneisiin kirjauksiin.

Konfiguraattorin laskema lopputuotteen yksikkökustannus perustuu varastoitavien nimikkeiden kustannuksiin sekä mahdollisten varioituvien nimikkeiden laskennalliseen kustannukseen. Itsevalmistettavien varioituvien nimikkeiden kustannus on melko tarkkaan laskettavissa nimikkeen käyttämän materiaalin ja siihen lasketun työn summana. Mutta varioituvien osto-osien kohdalla laskenta perustuu oletukseen hankintahinnasta. Todellista hankintahintaa ei konfiguraattoriin voida ohjelmoida, sillä varioituva osto-osa ei ole varastoitava, joten sille ei ole haettavissa aiempaa toteutunutta kustannusta.

Koska tuoterakenteen varastoitavien osien ja komponenttien kohdalla toiminnanohjausjärjestelmässä on toteutuneisiin kustannuksiin perustuva yksikkökustannus, on todennäköisiä syitä mahdolliselle laskennallisen yksikkökustannuksen ja toteutuneen yksikkökustannuksen väliselle erolle kaksi. Ensimmäinen on toteutuneen tuoterakenteen ja kustannuslaskennan pohjana olevan tuoterakenteen välinen ero. Toinen mahdollinen syy on varioituvan osto-osan laskennallisen ja toteutuneen yksikkökustannuksen välinen ero. Työ jakautuu näin ollen kahteen eri tutkimuskysymykseen:

1. Kuinka lähellä konfiguraattorin laskema yksikkökustannus on toteutunutta kustannusta?
2. Mikä vaikutus konfiguraattorin luomalla tilausohjautuvalla komponentilla on lopputuotteen toteutuneisiin kustannuksiin?

Työssä tarkastellaan molempia tutkimuskysymyksiä rinnan. Lisäksi on mahdollista, että yhden tuotteen kohdalla mahdolliset erot tilausohjautuvien komponenttien toteutuneiden ja laskennallisten kustannusten välillä kumoavat toisensa niin, ettei yhteisvaikutus kokonaiskustannukseen ole merkittävä. Siten tilausohjautuvien osto-osien kohdalla toteutuneen ja laskennallisen kustannuksen välinen ero tarkastellaan myös nimikkeittäin.

## 1.4 Tutkimusote ja -menetelmä

Olkkonen (1993, s. 17) jakaa tieteen muodollisiin (rationaalsiin esimerkiksi matemaattisiin) ja reaalsiin (empiirisiin esimerkiksi humanistisiin) tieteisiin. Lisäksi Olkkonen (1993, s. 28) jakaa tieteenkäsitteet karkeasti realismipohjaiseen positivismiin ja idealismipohjaiseen hermeneutiikkaan. Positivismi ja hermeneutiikka eroavat muun muassa

siinä, miten tutkimushavainnot kelpaavat tieteen perusteiksi sekä siinä, miten tätä primääritietoa käytetään uuden tiedon jalostamiseksi (Olkkonen 1993, s. 28). Positivistinen aineisto on yleensä aiempaa teoriaa tai laajaa empiiristä materiaalia, jota voidaan käsitellä kvantitatiivisesti, esimerkiksi tilastomatematisesti. Aineisto on pinnallista, sillä se kuvaa vain joitain ominaisuuksia ja lisäksi pitää ymmärtää, mitä mitataan, ennen kuin mitataan. Ymmärtäminen perustuu hermeneuttiselle otteelle. Tiedonkeruu on suunniteltava huolella, sillä huonoa aineistoa on vaikeaa korvata uudella. (Olkkonen 1993, s. 36–37.) Siten mikään aineisto ei voi olla puhtaasti positivistista, vaan aineiston keruuseen vaikuttaa vahvasti tutkijan ymmärrys ja käsitys tutkittavasta asiasta ja aineistosta.

Liiketaloustiede on Olkkosen (1993, s. 32, 40) mukaan pääosin suunnittelutiedettä ja siten empiirinen tutkimus ei ole yhtä lailla mahdollista, sillä suunnittelutieteiden kohdalla ei usein ole mahdollista luoda ympäristöstään eristettyä koetilannetta. Liiketaloustieteissä tutkimusotteita käytetään vuorotellen eli hypoteesit luodaan hermeneuttisesti, testaus tapahtuu positivistisesti ja tulkinta jälleen hermeneuttisesti (Olkkonen 1993, s. 39). Olkkonen (1993, s. 37) kuvaa hermeneuttisen tutkimusotteen pyrkivän keräämään induktiivisesti tietoa empiirisestä materiaalista. Toisin kuin positivistinen aineisto, hermeneuttinen aineisto on suppea, eikä sitä voi käsitellä tilastollisesti, vaan usein tai osittain kvalitatiivisesti (Olkkonen 1993, s. 37).

Positivistisen tutkimuksen tuloksena saadaan määrällisiä riippuvuuksia kuvaavia ja selittäviä tuloksia. Yksittäiset tapaukset saattavat poiketa merkittävästi eli positivistisesti saadaan yleisesti yrityksiä koskeva tulos, joka ei välttämättä päde yksittäisessä yrityksessä. Hermeneuttisesti tutkimukset kohdistuvat uudelle tutkimusalueelle, jolta ei ole laajaa aineistoa tai vanhalla, mutta vaikeasti strukturoitavalle tutkimusalueelle. Hermeneuttisesti yritetään sukeltaa ongelman sisimpään ja löytää hypoteesi tai uutta tietoa: saadaan laadullisesti kuvaavia, selittäviä tuloksia. (Olkkonen 1993, s. 37–38.)

Meredith (1998) kuvaa rationalismin olevan keskittynyt kuvaamaan ja selittämään mitä tapahtuu ja miksi (s. 442). Samaa kritisoivat Holmström et al. (2009) väittäessään tuotannonohjauksen tutkimuksessa keskityttävän enemmän teorian luontiin kuin ratkaisujen kehittämiseen (s. 65–66). Siten vaarana on käytännöstä kaukainen tulos. Koska tutkimuksessa usein pitäydytään etukäteen päätetyssä tutkimuskysymyksessä, voidaan päätyä tilanteeseen, jossa tutkimuksen tulos ei ole mahdollinen toteuttaa käytännössä (Holmström et al. 2009, s. 66–67).

Olkkosen (1993, s. 103) mukaan aineiston suhteen on tärkeää huomata, minkälaista aineistoa valittu tutkimusote vaatii ja toisaalta onko saatavilla sellaista aineistoa, jota on aiotulla tutkimusotteella mahdollista käsitellä. Mikäli tutkija pystyy keräämään aineistonsa suoraan kohdejoukosta, kuten tapaustutkimuksessa, on parhaat mahdollisuudet saada sopivin aineisto (Olkkonen 1993, s. 103). Tapaustutkimuksien kohdalla voidaan käyttää myös muissa tutkimuksissa käsiteltyjä tapauksia, mutta silloin hermeneuttinen ymmärtäminen ei ole Olkkosen (1993, s. 104) mukaan useinkaan mahdollista.

### 1.4.1 Tapaustutkimus

Tapaustutkimus pyrkii ymmärtämään ilmiötä tutkimalla sitä kvalitatiivisesti ja kvantitatiivisesti (Meredith 1998, s. 442). Tapaustutkimus on prosessi- tai tarkoitusorientoituneempi ja auttaa tutkijaa ymmärtämään, miksi jotkin seikat esiintyvät tai eivät esiinny (Meredith 1998, s. 442). Perinteiset tutkimustavat ovat tyypillisempiä olemassa olevien teorioiden testaamiseen tai todistamiseen ja tapaustutkimusta taas usein käytetään luomaan uutta teoriaa, koska se pyrkii ymmärtämään käsiteltävää tapausta syvällisesti (Meredith 1998, s. 445). Perinteiset tutkimustavat ovat alkuperäisen mallin rajoittamia, kun taas tapaustutkimus usein laajenee mallin ulkopuolelle odottamattomien lopputulosten vuoksi (Meredith 1998, s. 445).

Tutkimukselle luodut parametrit määrittelevät tapaustutkimuksessa kohdejoukon tai kohdetapauksen (Meredith 1998, s. 446). Tapaustutkimuksessa yritetään monitoroida tai kontrolloida riippumattomien tekijöiden (esimerkiksi tilauskoko) vaikutusta riippuviin tekijöihin (esimerkiksi kokonaiskustannus), kun perinteisessä tutkimuksessa taas niitä yritetään manipuloida (Meredith 1998, s. 446). Koska useiden riippumattomien tekijöiden hallinta on mahdotonta, yritetään käsittelyn ulkopuoliset tekijät vakioida (Meredith 1998, s. 446). Meredith (1998, s. 447) väittää, että määrälliset mittaukset eivät ole itsessään riittäviä ja siten tarvitaan laadullista ymmärrystä, jotta niistä voidaan tehdä johtopäätöksiä ja osoittaa tulosten merkittävyys. Rationaalisesti yritetään osoittaa koejoukon merkittävyys ja kattavuus, sekä päätelmä suhteellisuudesta eli mikä on tekijöiden korrelaatio ja vaikuttavuus toisiinsa (Meredith 1998, s. 447).

Tapaustutkimuksessa ei yritetä saada mahdollisimman kattavaa koejoukkoa, vaan tarkkailla tapausta. Mikäli tapaustutkimuksessa otetaan useita tapauksia mukaan, siinä ei ole pyrkimyksenä laajentaa koejoukkoa, vaan testata ajatuksia toisessa koetapauksessa, jossa parametrit eroavat toisistaan oletetusti vähän (Meredith 1998, s. 447). Tarkasteltavat tapaukset voivat olla samasta yrityksestä tai vaihtoehtoisesti voidaan tutkia eri yrityksistä samanlaisia tapauksia (Voss et al. 2002, s. 197).

Meredith (1998, s. 448) huomauttaa tutkimuksessaan, että täsmällisyys ja tarkkuus ovat saavutettavissa myös tapaustutkimuksessa. Havaintoja kontrolloidaan luonnollisesti valinnan avulla eli valitaan vakiot, jotka pysyvät samoina, ja tarkkaillaan muuttuvia tekijöitä, niin kuin ne muuttuvat luonnostaan, tilanteeseen puuttumatta (Meredith 1998, s. 448). Kontrolloitu päättely tapahtuu ensisijaisesti logiikalla, sanallisesti, jota voidaan täydentää matemaattisella tarkastelulla (Meredith 1998, s. 448).

Rationaalisessa tutkimuksessa toistettavuudella tarkoitetaan sitä, että kaikki on mahdollista tehdä samoissa olosuhteissa samoilla arvoilla uudestaan ja lopputulema (tulos) on sama. Tapaustutkimuksessa toistettavuus tarkoittaa teorian testaamisen toistettavuutta eri tapauksissa, joissa on väistämättä eri muuttujat. (Meredith 1998, s. 448.) Vastaavasti tapaustutkimuksessa yleistettävyydellä tarkoitetaan itse teorian yleistettävyyttä, jossa

lopputulos voi olla eri tapaukseen liittyvistä teorioista johtuen. Siten tapaustutkijat kritisoivat rationalisteja, koska käytännössä muuttujat ovat aina omanlaisensa, joten kaavat eivät ole yleistettäviä. (Meredith 1998, s. 449) Triangulaatiolla eli usean tiedonkeruumenetelmän toisiaan täydentävällä käytöllä voidaan nostaa tutkimuksen pätevyyttä ja kelpaavuutta (Voss et al. 2002, s. 195).

Voss et al. (2002, s. 195) kokoavat tapaustutkimuksen haasteet seuraavasti:

3. tapaustutkimuksen teko vie aikaa
4. sen toteuttaminen vaatii kyvykkäitä haastattelijoita ja
5. yleistettävien johtopäätöksien vetäminen suppeasta aineistosta täytyy tehdä varoen ja laadukkaan päättelyn tuloksena.

Hyviksi puoliksi Voss et al. (2002, s. 195) kokoavat mahdollisuuden uuteen ja luovaan näkökulmaan, sekä uuden teorian muodostukseen. Lisäksi tapaustutkimuksen tulos on usein ammatinharjoittajien, eli teorian lopullisten käyttäjien, helpompi ymmärtää ja hyödyntää käytännönläheisyyden vuoksi (Voss et al. 2002, s. 195).

Tapaustutkimuksen aloituskohta on tutkimuksen kehys ja tutkimuskysymykset (Voss et al. 2002, s. 199). Tapaustutkimuksessa tulee tutkimusfokuksen olla tarkka, jotta on helpompi valita tarkasteltavat tapaukset ja suunnitella tutkimustavat (Voss et al. 2002, s. 200). Tapaustutkimuksessa tutkimuskysymys voi kehittyä ja muuttua tutkimuksen myötä, samoin tarvittavat käsitteet voivat muuttua (Voss et al. 2002, s. 201). Resurssien rajoissa mitä vähemmän on tutkittavia tapauksia, sitä syvemmin niitä voidaan tutkia (Voss et al. 2002, s. 201). Mikäli tutkitaan vain yhtä tapausta, on väärinkäsityksen vaara suurempi, kuin vertailtaessa useampia tapauksia (Voss et al. 2002, s. 202).

Tapausta valittaessa on päätettävä, kerätäänkö historiallista tietoa vai käsitelläänkö aineistonkeruuhetkellä muodostuvaa tietoa. Tosin nykytilan tutkimuksessakin usein tulee kerätä myös aiempaa tietoa. (Voss et al. 2002, s. 202) Takautuvan tiedon tutkimuksessa voidaan tapaukset valita tarkemmin edustamaan esimerkiksi onnistunutta tai epäonnistunutta tapausta (Voss et al. 2002, s. 202). Yksi tärkeimmistä mutta vaikeimmista tutkitavista on syy-seuraussuhteen löytäminen ja nykytilannetta tutkivassa tapaustutkimuksessa on mahdollisempaa tarkkailla tapausten kulkua suhteen löytämiseksi (Voss et al. 2002, s. 202). Esimerkiksi takautuvan tiedon tapauksessa ihmiset voivat muistaa tilanteet eri tavoin, kuin ne ovat oikeasti tapahtuneet ja perustella tapauksia tiedoilla, jotka on saatu vasta tapahtuman jälkeen (Voss et al. 2002, s. 202).

Tapaustutkimuksen tyypillisin tiedonkeruumenetelmä on strukturoitu haastattelu. Muita tiedonkeruumenetelmiä voivat olla tarkkailu, keskustelut, osallistuminen tapaamisiin, kyselyt, objektiivisen tiedon keruu ja arkistojen tarkastelu. (Voss et al. 2002, s. 204.) Tutkimusprotokolla sisältää tutkimusmittarit, proseduurit, miten mittareita käytetään, ja mistä tai keneltä tieto etsitään (Voss et al. 2002, s. 204–205).

Tapauksien valintaperiaatteena voi olla jokin seuraavasta (Olkkonen 1993, s. 107)

- Tapaukset ovat perustellusti tyypillisiä tapauksia
- Tapaukset edustavat tutkimuksen tyypittelyn erilaisia tapauksia
- Tapaukset ovat erikoistapauksia, jotka avaavat tutkimuksen kannalta kiinnostavia piirteitä.

Tapaustutkimuksen aineistoa saa harvemmin vapaasti valittua, vaan valintaan vaikuttaa esimerkiksi tutkijan liiketoimintasuhde. Tämä ja muut aineiston laajuutta rajoittavat tekijät tulee ottaa huomioon tulosta tulkittaessa. Oma kokemusta ei tulisi käyttää sellaisenaan tutkimusaineistona, vaikkakin omaan kokemuspiiriin liittyvä tapaus on ymmärtämyksen kannalta hyvä asia. (Olkkonen 1993, s. 107.) Tapaustutkimuksen aineistoa tulisi myös kuvata, vaikka karkeastikin, mitattavin suurein (Olkkonen 1993, s. 108).

### 1.4.2 Toimintatutkimus

Action research (AR) eli toimintatutkimus tutkii toimintaa ja luo teoriaa tai tietämystä tästä toiminnasta (Coughlan & Coughlan 2002, s.220) Toimintatutkimus tapahtuu kehämaisesti neljän askeleen kautta: suunnittelu, toiminta, arviointi ja jatkosuunnittelu. Jokaiseen askeleeseen osallistuvat tutkittavan ilmiön tekijät. Täten toimintatutkimus on tutkimusta toiminnan kanssa samanaikaisesti ja sen tavoite on tehostaa käytäntöä ja lisätä tieteellistä tietoa. (Coughlan & Coughlan 2002, s. 223.)

Toimintatutkimus tehdään osana tapahtumien ketjua ja sen lähestymistapa on pyrkimys ongelmanratkaisuun. Tapahtumien ketju koostuu tiedon keruusta, arvioinnista, suunnittelusta, tiedon keruusta ja niin edelleen. Toimintatutkimus etsii teoreettista tietoa ongelmasta ja pyrkii testaamaan sitä yhdessä tekijöiden kanssa. Toimintatutkimuksen tavoitteena ei ole vain löytää käytännön ratkaisua, vaan myös lisätä tieteellistä tietoa. (Coughlan & Coughlan 2002, s. 223.) Toimintatutkimuksen avulla ei saavuteta yleistä totuutta (Coughlan & Coughlan 2002, s. 223–224).

Toiminta-analyttinen tutkimusote perustuu hermeneuttiseen tieteenkäsitteeseen ja siten pyrkii ymmärtämään kohteena olevaa ongelmaa. Tutkimusongelma liittyy yrityksen sisäiseen toimintaan, eikä tutkimuskohteesta tyypillisesti ole saatavilla mitattavia suuria tai muuten objektiivisia havaintoja, vaan kohteen käsittely perustuu tutkijan ymmärrykseen perustuvaan tulkintaan. Usein tutkimuskohde on myös jollain tavalla muuttuva, sitä voi olla vaikea analysoida jakaa osaongelmiin ja kohdetapauksia saattaa olla niin vähän, ettei aineistoa voida käsitellä tilastomatematisesti. Tutkimuksen tulokset voivat olla muutos- ja kehitysprosessien selityksiä, uusia hypoteeseja tai teorioita, normatiivisia ohjeita tai jopa kohdeorganisaatiossa aikaansaadut muutokset voidaan esittää tuloksena. Tutkimuksen aineisto muodostuu usein suppeasta tapausten määrästä, mutta aineisto pyritään valitsemaan mahdollisimman edustavaksi, sitä tarkastellaan syvällisesti ja käsitellään empiirisesti. (Olkkonen 1993, s. 72–74.)



### 1.4.3 Suunnittelututkimus

Konstruktiivinen tutkimusote tähtää johtamiseen liittyvien ongelmanratkaisumenetelmien kehittämiseen ja on tavoitteiltaan siten normatiivista. Ongelmanratkaisumenetelmä rakennetaan luovasti ja ratkaisuun päästään heuristisesti askeleittain etenevästi ja koetellen. Käytännönläheisenä tutkimusotteena konstruktiivinen ote lähenee toiminta-analyyttistä ja näille molemmille tutkimusotteille on luontevaa tapauksien käyttö. Konstruktiivisella otteella pyritään ratkaisemaan tutkimusongelma ja täten tutkimuksen hyödyllisyys on selkeästi osoitettavissa, kun sitä vastoin toiminta-analyyttisellä otteella pääpaino on ongelman ymmärtämisessä. Konstruktiivisessa tutkimuksessa tavoitteena on löytää yleistettävä ratkaisu ongelmaan. (Olkkonen 1993, s. 76–77.)

Holmström et al. (2009, s. 67) määrittelevät suunnittelututkimuksen Simonin määritelmän mukaisesti, jonka mukaan suunnittelututkimus pyrkii (i) löytämään uusia ratkaisuvaihtoehtoja ongelmiin, (ii) selittämään tätä prosessia ja (iii) parantamaan ongelmanratkaisuprosessia. Tällainen tutkimus tähtää ongelman ratkaisuun ja Holmström et al. (2009, s. 67) huomauttavat tutkimuksessaan, että tutkimus joka tähtää ongelmanratkaisuprosessiin tai ryhmädynamiikkaan ei siten ole suunnittelututkimusta.

Suunnittelututkimus on etsivää tutkimusta, jossa luodaan keinotekoisen ilmiön ja tiedon, joka kerätään ja tutkitaan. Tavoitteena on ongelmanratkaisu ja kerätty tieto on käytännönläheistä. Teoreettinen selittävä tutkimus tutkii olemassa olevaa ilmiötä ja yrittäen selittää ilmiötä; lähestymistapa on teoreettinen ja kognitiivinen. (Holmström et al. 2009, s. 68) On eri asia onko tavoitteena ymmärtää vai selittää ongelmaa.

Suunnittelututkimuksen tekijä on ensisijaisesti kiinnostunut parantamaan käytäntöä (Holmström et al. 2009, s. 69). Suunnittelututkimus tähtää luomaan materiaalia teoreettiselle tutkimukselle. Lopputulokseen keskittyvä teoria kuvaa nykytilaa, tahtotilaa ja näiden eroa ja toimia, jotka muuttavat nykytilaa. Tavoitteena on päästä nykytilasta lähemmäs tahtotilaa ja suunnittelututkimus tarjoaa keinoja tähän. (Holmström et al. 2009, s. 71.)

### 1.4.4 Työn tutkimusmenetelmä

Tässä työssä käytetty tutkimusmenetelmä on toiminta-analyyttinen tutkimusmenetelmä. Tavoitteena ei ole muuttaa toimintaa vaan selittää ja tarkastella tutkittuja tapauksia tutkimusongelmien kannalta. Tapaukset liittyvät Yritys Oy:n sisäiseen toimintaan ja ovat keskenään joiltain osin erilaisia. Tapauksien keskinäiset eroavaisuudet on kuitenkin pyritty vakioimaan ja tarkastelemaan selittävätkö tapausten väliset erot havaittua tutkimusongelmaa. Siten kyseessä on toimintatutkimuksen ensimmäinen askel.

Tutkittavien tapausten kustannustiedot on kerätty toiminnanohjausjärjestelmän tietokantatauluihin tehdyistä kirjanpidon kirjauksista, joten ne edustavat historiatietoa. Vertailu-

na on tarvittaessa käytetty toiminnanohjausjärjestelmän tietokantoihin tallennettua tuotetietoa, joka on suurilta osin staattista. Tutkittavan aineiston valinta ja käsitteet muutuivat työn edetessä, joka on tapaustutkimuksessa mahdollista.

## 2. YRITYS OY:N TARKASTELEVAT JÄRJESTELMÄT

Yritys Oy:ssä on käytössä toiminnanohjausjärjestelmän lisäksi sekä toiminnanohjausjärjestelmään upotettuja ohjelmistoja, että toiminnanohjausjärjestelmään liittymien avulla yhdistettyjä ulkoisia ohjelmistoja. Upotettuja ohjelmistoja ovat tuotekonfiguraattorit sekä sähköinen ostolaskujen käsittelyohjelmisto. Loppukäyttäjän kannalta tuotekonfiguraattorit ovat selkeästi toiminnanohjausjärjestelmässä sisällä olevia ohjelmistoja, jotka käynnistetään myyntitilauksen riviltä tarkoitukseen luotujen nimiketunnuksien avulla. Ostolaskun käsittelyohjelmisto on reskontranhoitajille pääasiassa toiminnanohjausjärjestelmän sisäinen ohjelmisto, joka loppukäyttäjille sitä vastoin näkyy web-sovelluksena.

Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmään liittyy ulkoisia järjestelmiä, joista tuodaan toiminnanohjausjärjestelmään ulkoisen järjestelmän luomaa tietoa eri tavoin toteutettujen liittymien kautta. Osaan ulkoisista järjestelmistä myös viedään järjestelmän tuottamaa tietoa liittymän kautta. Merkittävimpiä liittymiä ovat ulkoinen raportointijärjestelmä sekä henkilöstöhallintoon liittyvät järjestelmät.

### 2.1 Toiminnanohjausjärjestelmä

Enterprise Resource Planning (ERP) on vapaasti suomennettuna yrityksen resurssien suunnittelua eli se kokoaa koko yrityksen resurssit saman ohjelmiston alle, suomeksi käytetään termiä toiminnanohjausjärjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmä on kehitetty MRP1:n (Materials Requirements Planning) perusperiaatteista, mutta laajennettu koskemaan kaikkia yrityksen toimintoja (Slack & Lewis 2008, s. 283, Sääksvuori & Immonen 2004, s. 64–65). MRP laskee tuotantorakenteiden ja varastojen kautta tarpeen (niin sanotut syy-seuraussuhteet) omassa ympäristössään (Slack & Lewis 2008, s. 283–284). Toiminnanohjausjärjestelmä sen sijaan tarkkailee koko yrityksen tietoja, yhdistelee tietoja, mallintaa toimintoja, sekä täyttää eri toimintojen tarpeita (Slack & Lewis 2008, s. 284; Hald & Mouritsen 2013, s. 1077–1078). Mihin tahansa toiminnanohjausjärjestelmän moduuliin syötetty tieto on käytettävissä koko järjestelmässä välittömästi (Stevenson 2014, s. 516).

Toiminnanohjausjärjestelmän sopivuus yrityksen toimintaan ei riipu yrityksen koosta (Kallunki et al. 2010, s. 34), eikä päätöksenteon keskittyneisyydestä (Ifinedo & Olsen 2015, s. 2565). Ifinedo ja Olsen (2015, s. 2565) väittävät että, toiminnanohjausjärjestelmä vahvistaa toimintaa yrityksissä, joissa on selkeät säännöt. Käyttöönotto tehdään

tutkimuksen (Kallunki et al. 2010, s. 34) mukaan halukkaammin toimintansa alkuvaiheessa olevissa yrityksissä ehkä siksi, että niiden tietojärjestelmät ovat vielä varhaisessa kehitysvaiheessa.

Toiminnanohjausjärjestelmän vaikutukset voidaan jakaa viiteen käsitteeseen:

1. *järjestelmän laatu*, joka viittaa toiminnan tunnusmerkkeihin kuten helppokäyttöisyyteen, täsmällisyyteen, luotettavuuteen ja tehokkuuteen (Ifinedo & Olsen 2015, s. 2255).
2. *tiedon laatu*, joka viittaa saadun tuloksen tunnusmerkkeihin esimerkiksi ajantasaisuuden, relevanssin, saatavuuden ja ymmärrettävyyden suhteen (Ifinedo & Olsen 2015, s. 2255–6).
3. *henkilökohtainen vaikutus* tarkastelee toiminnanohjausjärjestelmän vaikutusta yksilöön, joka arvioidaan yleensä yksilön tuottavuuden nousulla ja parantuneella päätöksentekokyvyllä (Ifinedo & Olsen 2015, s. 2256).
4. *työryhmän vaikutus* viittaa järjestelmän vaikutukseen yrityksen eri osiin ja osastoihin, jota arvioidaan usein osastonsisäisen koordinoinnin parantumisella, kommunikoinnilla ja tuottavuudella (Ifinedo & Olsen 2015, s. 2256).
5. *organisationaalinen vaikutus* viittaa etuihin, joita organisaatio saavuttaa toiminnanohjausjärjestelmän avulla, ja se on usein mitattu sen perusteella, kuinka paljon esimerkiksi asiakaspalvelua ja päätöksentekoprosesseja on saatu parannettua (Ifinedo & Olsen 2015, s. 2256).

Toiminnanohjausjärjestelmän potentiaali modularisoida, käsitellä, luokitella ja standardoida tietoa mahdollistaa monimutkaisten ja tiheästi toistuvien prosessien hoidon tehokkaasti (Hald & Mouritsen 2013, s.1076–1077). Täten toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa taloudellisten ja operationaalisten tietojen näkymisen ja tietoihin pääsyn helposti ja nopeasti, joka muuttaa taloushallinnon roolia päätöksenteossa ja hallinnossa (Kallunki et al. 2010, s. 21). Hald ja Mouritsenin (2013, s. 1076) väitteen mukaan yrityksen toiminta paranee aikaa myöten, jos organisaation prosesseja muutetaan toivotuun suuntaan toiminnanohjausjärjestelmän näin mahdollistaessa. Kun toiminnanohjausjärjestelmä rajoittaa, se estää prosessien toimimista koko potentiaalillaan ja siten heikentää organisaation toimintaa. Kun toiminnanohjausjärjestelmän mahdollisuudet ja rajoitteet tiedetään, voidaan johtamistasolla mahdollistaa hyötyjen syntyminen ja rajoitteiden käsittely niin, että toiminnanohjausjärjestelmästä saadaan paras hyöty. (Hald & Mouritsen 2013, s.1076.)

Kallunki et al. (2010, s. 22) tutkimuksen mukaan toiminnanohjausjärjestelmä otetaan käyttöön, jotta se parantaisi tehokkuutta ja vaikuttavuutta ja siten taloudellista toimintaa. Toiminnanohjausjärjestelmän oletetaan tehostavan operatiivista toimintaa, kuten parantavan läpimenoaikaa ja tuotannon tehokkuutta (Kallunki et al. 2010, s. 21). Tämä parantaa sinällään epäsuorasti taloudellista toimintaa, mutta toisaalta taloudellinen toiminta paranee suoraan esimerkiksi hinnoittelun oikeellisuuden kautta (Kallunki et al.

2010, s. 23–24). Toiminnanohjausjärjestelmä voi toisaalta uudistaa prosesseja ja sitä kautta tuoda uusia mahdollisuuksia luomalla uusia yhteyksiä ennen erillisten prosessien välille sekä uutta tietoa ja tietoyhteyksiä, joista voidaan saada uutta tietoa yhteyksistä ja vaikutuksista (Hald & Mouritsen 2013, s. 1088–1089).

Kallunki et al. (2010, s. 34) tutkimustuloksen mukaan toiminnanohjausjärjestelmien tiiviimpi käyttö vaikuttaa positiivisesti sekä taloudelliseen että ei-taloudelliseen toimintaan ja muodollisten ja epämuodollisten hallintakalujen käyttöön. Moalagh ja Ravasanin (2013, s. 1250) tutkimuksen kohdeyrityksessä saavutettiin monessa kohdassa positiivinen lopputulos. Muun muassa yleisesti alalla hyödynnetyn toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto toi positiivisen vaikutuksen, sillä sitä käyttävät muutkin alan yritykset, joten tarpeiden kartoitukseen oli jo testatut toimintatavat (Moalagh & Ravasan 2013, s. 1250). Toisaalta Hald ja Mouritsen (2013, s. 1090) huomauttivat tutkimuksessaan, että toiminnanohjausjärjestelmä voi vähentää yrityksen yksilöllisyyttä, kun toiminnanohjausjärjestelmää aletaan käyttää samoin kuin kilpailijoilla.

### **2.1.1 Toiminnanohjausjärjestelmän mahdollisuudet ja rajoitteet**

Toiminnanohjausjärjestelmä on periaatteeltaan kokonaisvaltainen järjestelmä, joka yhdistää eri toiminnot ja osastot keskenään, joka puolestaan parantaa suorituskykyä (Chou & Chang 2008, s. 150; Kallunki et al. 2010, s. 36). Toiminnanohjausjärjestelmä tuo koko toimintaketjun tiedon reaaliaikaisesti kaikille, tieto on järjestelmästä kaikkien saatavilla, järjestelmä muistuttaa tehtävistä niin että kaikki on ajoissa eikä mitään unohdeta, sekä tehdyt muutokset tulevat heti kaikkien tietoon eli toiminnanohjausjärjestelmä parantaa kommunikaatiota (Hald & Mouritsen 2013, s. 1088, Tenhiälä & Helkiö 2014, s. 149; Moalagh & Ravasan 2013, s. 1250–1251). Toisaalta toiminnanohjausjärjestelmä voi parantaa prosessia automatisoimalla rutiineja tai standardisoimalla toimintaa, jolloin lopputulos voi olla aiempaa johdonmukaisempi (Hald & Mouritsen 2013, s. 1094).

Toiminnanohjausjärjestelmien menestys organisaationlaajuisena tietojärjestelmänä riippuu tutkijoiden mukaan johtajien ja työntekijöiden tuesta. Lisäksi jos toiminnanohjausjärjestelmää käytetään yhdessä muiden hallintatyökalujen kanssa, voivat ne yhdessä parantaa yrityksen toimintaa ja tavoitteisiin pääsyä. (Kallunki et al. 2010, s. 21.) Chou ja Chang (2008, s. 154) toteavat, että toiminnanohjausjärjestelmän edut eivät liity vain organisaation ominaisuuksiin, kuten tehtaiden erilaisuuteen, vaan myös johdon osallistumiseen. Käyttäjän kannalta toiminnanohjausjärjestelmä voi laajentaa käyttäjän valtaa ja taitoja tuomalla enemmän tietoa ulottuville, sekä auttamalla tekemään enemmän asioita ja laadukkaammin (Hald & Mouritsen 2013, s. 1087). Johdon kannalta Kallunki et al. (2010, s. 37) otaksuvat, että koska toiminnanohjausjärjestelmät tarjoavat reaaliaikaisista tietoa päätöksenteon tueksi, ei epämuodollisille hallintatyökaluille ole tarvetta. Siten esimerkiksi tietojen syöttäminen ulkoisiin taulukko-ohjelmistoihin ei ole tarpeellista.

Toiminnanohjausjärjestelmää voidaan kuvata homogeeniseksi ja standardisoiduksi ”mustaksi laatikoksi”, joka aiheuttaa muutoksen toiminnassa ennen ja jälkeen käyttöönoton (Hald & Mouritsen 2013, s. 1086–1087). Kallunki et al. (2010, s. 35) yhdistävät useiden tutkimuksien tulokset väittäessään, että toiminnanohjausjärjestelmien oletetaan johtavan tuottavuuden ja laadun parannuksiin, sekä paremmin suunniteltuihin tietojärjestelmiin. Toisaalta muutoksen positiiviset vaikutukset eivät ole automaattisesti saavutettavissa. Tutkimuksessaan Moalagh ja Ravasan (2013, s. 1242–1243) vetävät yhteen useiden tutkimusten tuloksia, joiden mukaan toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton jälkeinen menestys on kolmen tekijäryhmän summa. Ensimmäinen ryhmä on näkymättömät tekijät, kuten organisaation rakenne, politiikka ja strategiat. Näissä toiminnanohjausjärjestelmä voi auttaa tarjoamalla informaatiota nopeasti päätöksenteon tueksi. Toinen ryhmä on lopputulokset, kuten vaikutus markkinaosuuteen ja kannattavuuteen. Useimmiten johtajat painottavat tämän ryhmän parannuksia. Viimeinen ryhmä on linkki strategian ja toiminnan välillä. Nämä ominaisuudet ovat relevantteimpia yksilöille ja niihin kuuluvat esimerkiksi työtyytyväisyys, kommunikointi sekä vastuullisuus. Toiminnanohjausjärjestelmä voidaan lukea onnistuneeksi, mikäli se parantaa jokaisen kolmen ryhmän kannalta toimintaa. (Moalagh & Ravasan 2013, s. 1243.)

Moalagh ja Ravasan (2013, s. 1251–2) huomauttavat tutkimuksessaan, että vaikka yleisesti otaksutaan, että kaikilla yrityksillä on samanlaiset tavoitteet toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntämisestä, todellisuudessa eri tekijöillä on eri painoarvo eri liiketoiminnoissa. Esimerkiksi toisissa liiketoiminnoissa on tärkeämpää prosessin uudelleenjärjestely ja asiakassuhteiden hallinta, kun taas toisissa tärkeämpää on tiedon täsmällisyys ja järjestelmän integrointi toimintaan. Lisäksi yrityksissä saattaa olla taloudellisia tai kapasiteettiin liittyviä rajoituksia, jotka heikentävät mahdollisuuksia toiminnan parannusprojekteihin. Sitten kun tiedetään mikä on tärkeintä yrityksessä, voidaan keskittyä tärkeimpiin kehitysprojekteihin. (Moalagh & Ravasan 2013, s. 1252.) Organisaatioiden yksilölliset kyvykkyydet ovat liiketoimintaprosesseissa ja toiminnanohjausjärjestelmän tulee ilmentää niitä. Siten erilaiset toiminnanohjausjärjestelmän kustomoinnit voivat vaikuttaa ja parantaa prosesseja järjestelmän avulla. (Oseni et al. 2014, s. 4.)

Toiminnanohjausjärjestelmä voi haitata organisaation mahdollisuuksia toimia koko potentiaalillaan, joko rajaamalla reagointimahdollisuuksia muutoksiin, poistamalla osan kilpailukyvyistä tai tuomalla esiin uusia epävarmuuksia ja riskejä (Hald & Mouritsen 2013, s. 1089). Toiminnanohjausjärjestelmän vaihtokustannukset voivat olla korkeat, etenkin jos toiminnanohjausjärjestelmään on tehty paljon yrityskohtaisia määrityksiä eli kustomointeja. Kustomoinnit sitovat usein yrityksen alkuperäiseen toiminnanohjausjärjestelmän toimittajaan. Samoin toiminnanohjausjärjestelmää ei välttämättä vaihdeta toiseen, mahdollisesti toimivampaan, koska vaihtaminen vaatisi merkittävän määrän työtä ja vaivaa. Päivityksiä voidaan myös viivästyttää, kunnes päivitys on välttämätöntä, jolloin usein vaaditaan isoja muutoksia. Toiminnanohjausjärjestelmä voi jäykistää toimintaympäristön muutokseen reagoimista. (Hald & Mouritsen 2013, s. 1089–1090.)

Toiminnanohjausjärjestelmä voi paljastaa riskejä ja epävarmuuksia, jotka ratkaisemattomina voivat muun muassa heikentää päätöksentekoa. Toiminnanohjausjärjestelmän toimittajat voivat muodostua toiminnanohjausjärjestelmän ”edustajiksi”, jotka määrittelevät kuinka toiminnanohjausjärjestelmää käytetään ja kuinka organisaatio toimii. (Hald & Mouritsen 2013, s. 1090–1091)

### **2.1.2 Toiminnanohjausjärjestelmän kustomointi yrityksen tarpeisiin**

Toiminnanohjausjärjestelmät eivät useimmiten kohtaa yrityksen tarpeita sellaisenaan, sillä niiden perustana ovat yleiset parhaat ratkaisut, jotka eivät sellaisenaan täysin vastaa erilaisten yritysten ja toimintaympäristöjen tarpeita (Zach & Munkvold 2012, s. 462; Hald & Mouritsen 2013). Chou ja Chang (2008, s. 155) painottavat tutkimuksessaan, että pelkkä toiminnanohjausjärjestelmän onnistunut käyttöönotto ei paranna yrityksen toimintaa esimerkiksi tehokkuuden lisääntymisellä, jollei toiminnanohjausjärjestelmää soviteta organisaatioon. Siten on tärkeää päättää, miltä osin toiminnanohjausjärjestelmää kustomoidaan ja miltä osin yrityksen prosesseja muutetaan (Zach & Munkvold 2012, s. 462). Toisaalta Zach & Munkvoldin (2012, s. 469) tutkimuksen huomiot osoittivat, että kustomointi jatkui ja jopa lisääntyi käyttöönoton jälkeen.

Zach ja Munkvold (2012, s. 464) tuovat esiin tutkimuksessaan useiden eri tutkimusten ristiriitaiset tulokset kustomoinnin vaikutuksesta. Joissain tutkimuksissa toiminnanohjausjärjestelmäprojektin on havaittu epäonnistuneen kustomoinnin takia, kun taas toisissa tutkimuksissa on havaittu hyviä tuloksia (Zach & Munkvold 2012, s. 464). Toiminnanohjausjärjestelmän kustomoinnin avulla voidaan vähentää toiminnanohjausjärjestelmän ja organisaation toimintojen epäsopevuutta eli sovittaa toiminnanohjausjärjestelmän toiminnallisuudet yrityksen vaatimuksiin (Chou & Chang 2008, s. 151; Zach & Munkvold 2012, s. 463–464). Vaikka kustomointi ei ole ongelmaton, syiksi kustomointiin Zach ja Munkvold (2012, s. 463) kokosivat kirjallisuudesta esimerkiksi seuraavat: muutoksen vastustaminen, toiminnallinen epäsopevuus ja kulttuurierot. Kustomoinnin onnistumismahdollisuuksien parantamiseksi Chou ja Chang (2008, s. 151) ehdottavat tutkimuksessaan riittävää johdon osallistumista eli johdon tulee luoda olosuhteet, joissa toiminnanohjausjärjestelmän sovittaminen yrityksen vaatimuksiin on mahdollista.

Muokkautumiskyky on toiminnanohjausjärjestelmissä tutkijoiden (Tenhiälä & Helkiö 2014, s. 149) summaamien tutkimusten mukaan kyseenalaisinta. Vaikka muutoksia periaatteessa voi tehdä, pienten muutosten tekeminen on yhtä monimutkaista kuin suurtenkin. Siten toiminnanohjausjärjestelmään ei ole kovin helppoa pienten parannusten kautta reagoida nopeasti markkinoiden vaatimuksiin. (Tenhiälä & Helkiö 2014, s. 149.)

Toisaalta Chou ja Chang (2008, s. 155) huomauttavat tutkimuksessaan, että toiminnanohjausjärjestelmän kustomoinnin avulla saatavat edut voidaan saavuttaa nopeammin,

kuin organisaation toimintaa muuttamalla. Organisaation toiminnan muuttaminen vaatii sekä strategista tukea, että toiminnallisia mekanismeja, joiden toteuttaminen vaatii aikaa ja useamman henkilön työpanosta. Kustomointi vaikuttaa kokonaiseluihin myös suoraan, kun toiminnallisten mekanismien avulla autetaan välillisesti. Kustomointi vaikuttaa suoraan tekemällä toiminnanohjausjärjestelmästä sopivamman ja siten voi nostaa esimerkiksi tuottavuutta. (Chou & Chang 2008, s. 155.)

Zach & Munkvold (2012, s. 464) kokoavat aiemmasta tutkimuksesta kustomoinnin termeiksi järjestelmän kustomoinnin, mukauttamisen ja toiminnallisen sovittamisen. Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmän voi konfiguroida sopivaksi myös valitsemalla yrityksen rakenteeseen ja tarpeisiin sopivat moduulit ja parametrit (Zach & Munkvold 2012, s. 464; Kallunki et al. 2010, s. 27). Mutta Zach ja Munkvoldin (2012, s. 469) mukaan konfigurointi ei ole kustomointia, koska siinä ei tehdä isoja muutoksia toiminnanohjausjärjestelmään. Kallunki et al. (2010, s. 32) huomauttavat, että tutkimuksensa mukaan yritykset olivat useammin ottaneet käyttöön operatiiviset kuin taloudelliset moduulit.

Chou ja Chang (2008, s. 151) summaavat useiden tutkimusten tulokset väittämällä, että yritykset, joissa toiminnanohjausjärjestelmän sovittamiseen yrityksen toimintoihin on luotu organisaationaalisia mekanismeja, hyödyntävät toiminnanohjausjärjestelmää paremmin. Organisaationaalisilla mekanismeilla tarkoitetaan esimerkiksi henkilökunnan koulutusta toiminnanohjausjärjestelmän käyttöön ja hyvää yhteyttä toiminnanohjausjärjestelmän toimittajaan (Chou & Chang 2008, s. 151). Chou ja Changin (2008, s. 152) mukaan parannukset toiminnan koordinaatiossa ja tehtävätehokkuudessa liittyvät toiminnanohjausjärjestelmän etujen kasvamiseen.

Tuotannon johdon pitäisi huolehtia siitä, mitkä prosessit ja toiminnot toiminnanohjausjärjestelmiin sisällytetään ja millä tarkkuudella. Pitäisi löytää tasapaino, jossa tietoja on järjestelmässä riittävästi, jotta yhteistyö paranee. Toisaalta myös liian tarkka tieto ja toiminnanohjausjärjestelmän tiukkuus rajoittavat toiminnanohjausjärjestelmän käyttäjiä ja yrityksen prosesseja. Toiminnanohjausjärjestelmä voi uudistaa työnjakoa ja resursseja automatisoimalla ja rutinoimalla toimintoja, mutta se voi tehokkuuteen pyrkimällä vieraannuttaa käyttäjät. (Hald & Mouritsen 2013, s.1092–1094.)

Zach & Munkvoldin (2012, s. 472) tutkimuksessa esitettiin syiksi käyttöönoton jälkeiselle muutosten teolle yritysten kasvun vaihe sekä toiminnanohjausjärjestelmän kypsyys. Nuorten yritysten prosessit olivat dynaamisempia ja kasvua tapahtui käyttöönoton jälkeen (uusia tuotteita), joten toiminnanohjausjärjestelmää piti muuttaa vastaamaan uutta kasvua (Zach & Munkvold 2012, s. 472).

Tutkijat (Zach & Munkvold 2012, s. 472) nostavat kustomoinnin syyksi erityisesti erikoisalueosaamisen, joka liittyy toiminnanohjausjärjestelmän toiminnalliseen epäsopevuuteen ja on toinen kustomoinnin syy. Koska toiminnanohjausjärjestelmät ovat yleiseen käyttöön sopivia tuotteita, pienet ja keskisuuret yritykset kustomoivat niitä erottu-



akseen muista. Muutosvastarinta voi johtua myös tästä kilpailukyvyn menettämisen pelosta, jos mennään valtavirran ratkaisuille. (Zach & Munkvold 2012, s. 472.) Toinen kustomoinnin syy pienissä ja keskisuurissa yrityksissä voi olla toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto teknisen motivaation perusteella strategisen sijaan (Zach & Munkvold 2012, s.472–3). Hald ja Mouritsen (2013, s. 1092) nostavat esiin tuotannon johdon keskeisen vastuun puuttua toiminnanohjausjärjestelmän valintaan ja kustomointiin. Johdon tulee varmistaa, että toiminnanohjausjärjestelmä todella tukee keskeisiä toiminnan alueita, miettiä missä se voisi estää yksilöllistä toiminnan tapaa ja pohtia mikä standardisointi on riittävää muttei rajoittavaa ja silti mahdollistaa reagoinnin markkinoiden tarpeisiin (Hald & Mouritsen 2013, s. 1092).

### 2.1.3 Toiminnanohjausjärjestelmän tuottama tieto

Toiminnan suunnittelun ja kontrollin suhteen on tärkeää miettiä mitä tietoa kerätään, ja miten kerätty tieto tulisi esittää ymmärrettävästi. Toisaalta tiedon keräämiseen ja käsittelyyn ei saisi mennä liikaa aikaa, joka on aina pois itse toiminnasta. (Hald & Mouritsen 2013, s. 1093.)

Tutkimuksessaan Tenhiälä ja Helkiö (2014, s. 149) vetävät yhteen alan tutkimuksia väittäessään, että vaikka markkinoiden vaatimusten huomaaminen on toiminnanohjausjärjestelmän paremman tiedonvälityksen ansiosta helpompaa, muutoksiin reagointi on tutkimusten mukaan joko kyseenalaista tai jopa negatiivista. Toiminnanohjausjärjestelmissä on toimintojen väliset yhteydet tiukkoja, joka vaikeuttaa prosessiin tehtäviä muutoksia, mutta toisaalta varmistavat sen, että muutokset näkyvät edelleen koko prosessissa esimerkiksi laskentatoimen osalta (Tenhiälä & Helkiö 2014, s. 151). Tenhiälä ja Helkiön (2014, s. 155) tutkimuksen tulosten mukaan toiminnanohjausjärjestelmän käyttö on hyödyksi muuttuvassa markkinatilanteessa. Toiminnanohjausjärjestelmä paransi tutkimuksen mukaan muun muassa tuotannon joustavuutta ja toimitusvarmuutta. Kun markkinoiden dynaamisuus nousee, toiminnanohjausjärjestelmän edut ilmenevät todennäköisesti ensin tuotannon joustavuudessa ja toimitusvarmuudessa. (Tenhiälä & Helkiö 2014, s. 155.)

Vaikka yrityksillä on mahdollisuudet valmistaa (ajallisesti ja taloudellisesti) yhä enemmän tuotevariantteja, se ei automaattisesti tarkoita, että yritys voisi tarjota koko valikoimaa markkinoille. Myös tilausprosessin pitää vastata tuotannon mahdollisuuksiin. Tuotevaihtoehtojen lisääntyminen vaikeuttaa asiakkaan valintaa, jolloin tulee tarjota enemmän tietoa valinnan tueksi. Toisaalta laajempi tilauskirjo (eli asiakkaat tilaavat enemmän erilaisia tuotteita) vaatii tilausprosessilta keinoja käsitellä kaikkea tilaustietoa. Lisäksi tilausprosessissa tulee varmistaa, että tilauksien sisältämä tieto on tuotantoprosessin ymmärtämällä kielellä. (Forza & Salvador 2002a, s. 88.)

Tenhiälä & Helkiön (2014, s. 159) tutkimuksen mukaan toiminnanohjausjärjestelmä on hyödyksi muuttuvilla markkinoilla, vaikka moni muu tutkimus on toista mieltä. Tutkijat

olettavat tämän johtuvan vaikeasta tutkittavuudesta ja näkökulmaeroista. On totta, että muutosten tekeminen toiminnanohjausjärjestelmiin on vaikeampaa, kuin esimerkiksi muokata Exceliä, mutta toisaalta pelkkä laskenta-Excelin muuttaminen saattaa vaikeuttaa montaa muuta prosessin kohtaa merkittävästi. (Tenhiälä & Helkio 2014, s. 159.)

#### **2.1.4 Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmä**

Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmä on suunnattu keskisuurien yritysten käyttöön. Se sisältää toiminnanohjausjärjestelmille tyypilliset moduulit, joista tarkasteltavassa Yritys Oy:ssä on käytössä operatiiviseen toimintaan liittyvät moduulit, sekä taloushallinnon moduuli. Toiminnanohjausjärjestelmän perusta on kustomointien osalta joustava ja Yritys Oy:ssä onkin tehty toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottovaiheessa useita kustomointeja. Hald ja Mouritsen (2013, s. 1090) huomattavat tutkimuksessaan, että vaikka toiminnanohjausjärjestelmiä voi kustomoida, kustomointia ei kannata tehdä kuin toiminnan kannalta kriittisille kohteille. Parannus voidaan tehdä kustomoimalla toiminnanohjausjärjestelmä yrityksen tarpeisiin ja samalla sovittamalla organisaatio yhteen, eli pyrkimällä siihen, että organisaatio hyväksyy toiminnanohjausjärjestelmän osaksi itseään (Chou & Chang 2008, s. 154).

Tenhiälä ja Helkiö (2014, s. 149) käsittelevät tutkimuksessaan useita ristiriitaisia tuloksia, joiden mukaan toiminnanohjausjärjestelmän muutoksiin muokkautumiskyky on kyseenalaista. Periaatteessa toiminnanohjausjärjestelmiä voi muokata organisaation ja sen muuttuvien vaatimusten mukaan, mutta Tenhiälä ja Helkiön (2014, s. 149) mukaan useat tutkimukset ovat osoittaneet, että muutoksen tekeminen on vaativaa. Tehtyjen muutoksien tulee sopia saumattomasti koko järjestelmään. Joidenkin tutkimusten mukaan on hyvä pysyä toiminnanohjausjärjestelmissä ja muokata sitä tai prosesseja yhteensopiviksi, mutta sitä vastoin osa tutkimuksista suosittelee, että on parempi hyödyntää toiminnanohjausjärjestelmän ulkopuolisia välineitä. (Tenhiälä & Helkiö 2014, s. 149.)

Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmään on käytännössä tehty kaikkia edellä mainittuja muutoksia. Osa muutoksista vaikuttaa toiminnanohjausjärjestelmän perustaan, osa muutoksista on selkeästi toiminnanohjausjärjestelmän ulkopuolisia ohjelmistoja, jotka linkittyvät toiminnanohjausjärjestelmään liittymien kautta. Osa ohjelmistoista on upotettuna toiminnanohjausjärjestelmään, mutta toimivat toiminnanohjausjärjestelmästä erillisinä.

Varsinkin toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottovaiheessa järjestelmään tehtiin kustomointeja, jotka ohittivat tai muokkasivat toiminnanohjausjärjestelmän perustoimintoja. Nämä kustomoinnit ovat vaatineet myöhemmin muutoksia toiminnanohjausjärjestelmän eri osiin ja jopa estäneet joidenkin toiminnanohjausjärjestelmien ominaisuuksien hyödyntämisen. Käyttöönottovaiheessa pääpaino oli toiminnanohjausjärjestelmän muokkaamisessa Yritys Oy:n prosessia tukeväksi ja kun Yritys Oy:n prosessit ovat ke-

hittyneet ja muuttuneet toiminnan myötä, on tullut tarve ottaa käyttöön entistä laajemmin toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksia. Käyttöönottovaiheen jälkeiset kustoinnit ovat enenevissä määrin toteutettu toiminnanohjausjärjestelmään liitetyillä ohjelmistoilla, sekä muokkaamalla esimerkiksi näkymiä eli mitä käyttäjälle esitetään käyttäjän tarpeiden mukaiseksi.

## 2.2 Tuotekonfiguraattori

Konfiguraattori määrittelee tuotteen modulaarisen rakenteen (Hvam et al. 2006, s. 608). Konfiguraattorin käyttö mahdollistaa tarjous- ja suunnitteluprojektin optimoinnin, parantaa tarjousten laatua, sekä edistää tiedonvälitystä (Hvam et al. 2006, s. 608). Konfiguraattorin ydin on tuotemalli, joka kuvaa muodollisesti ja loogisesti mistä ja miten tuote koostuu ja mitkä yhdistelmät tai valinnat ovat mahdollisia. Tuotemalli on myös tuotetietojen pohja. Tiedonhallinnan kannalta tuotemalli kuvaa yrityksen tietoa tuotteen rakenteesta. (Forza & Salvador 2002a, s. 96.)

Tuotemallista sopiminen yhdenmukaistaa yrityksen osastojen tietoja, vaikuttaa tuotetarjontaan ja hintoihin sekä mahdollistaa tuotevarianttien karsinnan. Tuotemallin avulla voidaan yksittäisten ihmisten ja osastojen erityistietämys upottaa konfiguraattoriin kaikkien hyödyksi. (Forza & Salvador 2002a, s. 96.) Siten Forza ja Salvador (2002a, s. 96) huomasivat tutkimuksessaan, että tuotekonfiguraattori ei ole vain tuotteen konfigurointia, vaan myös tuotetiedon ja sen variaatioiden mallintamista asiakastarpeiden tyydyttämiseksi. Tuotemuutosten informointi koko toimintoketjulle on varmempaa, kun tuotemuutokset voidaan ohjelmoida konfiguraattoriin (Trentin et al. 2012, s. 852).

Peltonen et al. (2002, s. 79) mukaan tuotekonfigurointia voidaan kutsua järjestelmälliseksi asiakasmuunteluksi. Tutkimuksessa (Peltonen et al. 2002, s. 79) konfiguroitavan tuotteen ominaisuudet määritellään seuraavasti:

- tuote tuotetaan asiakasvaatimusten mukaan tilauskohtaisesti
- tuote on suunniteltu räätälöitäväksi
- tuote muodostetaan komponentteja yhdistelemällä vaatimusten mukaan
- tuote perustuu etukäteen suunniteltuun rakenteeseen
- tuotteen muuntelu tapahtuu rutiininomaisesti ja järjestelmällisesti

Tilausohjautuva tuote on koottu konfiguroitavista komponenteista, moduuleista ja ominaisuuksista asiakkaan toiveiden mukaan (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 49). Konfiguraattori hallitsee tuotteen rakenteen ja rakenteen variaatiot eli vaihtoehtoiset rakenteet (Sääksvuori & Immonen 2004, s.67). Tuoterakenne kuvaa tuotteen rakenteen koostumista osista tasoittain. Eli mistä osista ja osakokoonpanoista päätuote koostuu, mistä osista ja mahdollisista osakokoonpanoista alemman tason osakokoonpano koostuu, kunnes päästään osiin, jotka eivät enää koostu pienemmistä osista. (Peltonen et al. 2002, s. 60) Peltonen et al. (2002, s. 61) huomauttavat, että tuoterakenteessa ei kannata koos-

taa osakokoonpanoja sen perusteella, että ne jakautuvat eri työvaiheisiin, sillä se kannattaa tehdä toiminnanohjausjärjestelmän työvaiheiden jaon kautta. Eli osakokoonpanon rakenne voi sisältää useita työvaiheita. Ratkaisevinta osakokoonpanon rakenteessa on siten sen luoma kokonaisuus.

Konfiguraattorit voidaan jakaa myynti- ja tuotekonfiguraattoreihin, jotka eroavat sisällöltään ja toiminnaltaan selkeästi toisistaan (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 67). Myyntikonfiguraattori määrittelee sallitut valintavaihtoehdot, kun taas tuotekonfiguraattori määrittelee tuotteen tuoterakenteen (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 67–69). Myyntikonfiguraattori voi olla tuotetietohallintajärjestelmän osana ja tuotekonfiguraattori tuotetietohallintajärjestelmän sisällä tai siihen integroituna. Koska eri myyntivalintojen yhdistelmät voivat tuottaa valtavan määrän erilaisia yhdistelmiä, tuotemalli tulee olla tarkasti suunniteltu. (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 68–69.) Mitä vaikeampaa yrityksen on määritellä markkinoiden tarpeet, sitä todennäköisempää on, etteivät tuotekonfiguraattoriin mallinnetut tuoteominaisuudet vastaa markkinoiden tarpeita. Siten tuotekonfiguraattori ei tue kokonaisvaltaisesti tarjousprosessia, myyntihenkilöstö joutuu soveltamaan konfiguraattorin ulkopuolelta tehden välillä virheitäkin ja tuotannossa täytyy täydentää ja muuttaa tuotetietoja manuaalisesti. (Trentin et al. 2012, s. 853.)

## 2.2.1 Tuotekonfiguraattorien kehitys

Ympäristön nopeutuva ja vaatimusten muuttuminen on vuosien myötä johtanut jatkuvasti kasvavaan paineeseen tarjota tuotteita lyhemmillä toimitusajoilla (Forza & Salvador 2002b, s. 37). Massatuotannon ohella myös tilauspohjaisessa toiminnassa kilpailaan lyhemmällä tarjous- ja tuotantoajalla, kyvyllä täyttää asiakasvaatimukset toiminnallisuuden ja laadun suhteen, sekä hinnalla (Hvam et al. 2006, s. 607). Tuotekonfigurointiprosessi löydettiin 2000-luvun alussa ratkaisuksi helpottamaan asiakasräätälöinnin ja lyhempien toimitusaikojen painetta yrityksissä (Forza & Salvador 2002b, s. 37). Toisaalta mikäli yritys tarjoaa laajan kirjon erilaisia tuotteita (joko määritellysti tai räätälöidysti), tilausprosessin aikana vaihdetaan asiakkaan kanssa enemmän tietoa tuotteesta, siitä miten tuote täyttää asiakasvaatimukset, toimitusajasta ja hinnasta, kuin massatuotannon kohdalla (Trentin et al. 2011, s. 261). Ennen tarjousta tilausohjautuvassa myynnissä pitää tehdä edes summittaista suunnittelua ja suunnitteluvaihe määrittelee myös tuotteen todelliset kustannukset merkittävilta osin (Hvam et al. 2006, s. 607).

Tuotekonfiguraattoreita käytetään yleisesti eri ympäristöissä, myös kuluttajapuolella (Trentin et al. 2011, s. 261). Trentin et al. (2011, s. 261) määrittelevät myyntikonfiguraattorimallin sisältävän sarjan kysymyksiä, jotka ohjaavat asiakasta valitsemaan tarvittavat ominaisuudet ja varmistaa, että valitut ominaisuudet toimivat yhteen. Tuotekonfiguraattorimalli sen sijaan on muodollinen esitys myyntikonfiguraattorimallin ja tuoteominaisuuksien välillä ja kuvaa tuotteen tuotannon kannalta, kuten tuoterakenteen ja työvaiheet (Trentin et al. 2011, s. 261).

Tuotekonfiguraattorin käyttö on usein helppo oppia. Tuotekonfiguraattori voidaan ohjelmoida ohjaamaan valintoja vain sallittuihin yhdistelmiin. Tämän takia tuotekonfiguraattorin valintojen ja rajoituksen ohjelmointi tulee tehdä huolella, sillä mahdollisten ohjelmointivirheiden havaitseminen voi olla konfiguroinnin tekijälle vaikeaa, jolloin virheet havaitaan vasta tuotannossa. Toisaalta tuotekonfiguraattorin käyttö vähentää konfigurointivirheitä ja siten nopeuttaa tuotantoa (Trentin et al. 2011, s. 262).

## 2.2.2 Konfiguraattorin kehitysprojekti

Konfiguraattoriin tulee ohjelmoimalla sisällyttää tarvittava tieto tuotteesta. Tämä tarvittava tieto tulee yrityksen ammattilaisilta, kuten suunnittelusta, tuotannosta ja myynnistä. Tämä kerätty tieto tuotteesta tulee muokata konfiguraattorin tarvitsemaan muotoon. (Haug et al. 2012, s. 472.) Tutkijoiden mukaan aiemmin ajateltiin, että tieto on olemassa ja tieto vain syötetään konfiguraattoriin, nykyisin tutkimustenkin mukaan ajatellaan asian olevan jatkuvaa tiedon muokkaamista ja korjaamista (Haug et al. 2012, s. 472).

Konfiguraattorin kehitysprosessin vaiheet ovat tutkimuksen (Haug et al. 2012, s. 474) mukaan selvittelyvaihe, kääntövaihe, muotoiluvaihe, dokumentointivaihe, toteuttamisvaihe ja synkronointivaihe. Konfiguraattorin ohjelmoinnin selvittelyvaiheen alkaessa kerätään tarvittava tieto tuotteesta. Tarvittava tieto saadaan kerättyä (joka voi olla tekstiä, keskustelua ja/tai kuvia) ammattilaisilta, jotka ovat tuotteen kanssa tekemisissä. Kääntövaiheessa tieto talletetaan muotoon tai malleihin, joista voidaan keskustella ammattilaisten kanssa. Tässä vaiheessa voidaan karsia harvinaisia ominaisuuksia tai tehdä tarkennuksia tuotteeseen. Selvittelyvaiheessa ei ole välttämättä saatu kaikkea tarvittavaa tietoa. Kääntövaiheessa siis muodostetaan yksinkertaistettu kuva tuotteesta ja sen rakenteesta, sekä riippuvuuksista. Tässä vaiheessa on mahdollista löytää virheitä tai tuotteeseen liittyviä tekijöitä, joita ei ole aiemmin dokumentoitu. Kun tuotemalli on valmis, muotoiluvaiheessa se muokataan konfiguraattoriohjelmiston vaatimaan muotoon. Dokumentointivaiheessa kuvataan käyttäjille se mitä on muotoiltu ja ohjelmoitu. Toteuttamisvaiheessa ohjelmoidaan muotoiltu tieto konfiguraattoriin. Tässä vaiheessa usein voi tulla tarve lisätarkastuksille. (Haug et al. 2012, s. 474–5.)

Synkronointivaiheessa varmistetaan, että kaikki tarvittava tieto on dokumentoitu ja että tieto on ajantasaista. Konfiguraattoriprojektiin liittyy lisäksi muita osa-alueita, kuten prosessien uudelleenmuotoilu, muutoksen hallinta, ohjelmistonvalinta ja konfiguraattorin ylläpito. (Haug et al. 2012, s. 475.)

Haug et al. (2012, s. 475) jakavat konfiguraattorinkehitysprojektin kolmeen osaan: (1) asiaankuuluvan tiedon jäljittäminen, (2) tiedon esittäminen ja (3) määritellyn tiedon toteuttaminen. Jäljittäminen tarkoittaa niiden ihmisten, dokumenttien tai järjestelmien selvittämistä, joista tarvittava tieto löytyy. Tässä vaiheessa myös varmistetaan, että tieto on oikeaa ja yleisesti hyväksyttyä. Tiedon esittämisvaiheessa muokataan saatu tieto sel-laiseksi, että kaikki sen ymmärtävät. (Haug et al. 2012, s. 475.) Konfiguraattorin käyttä-

jien tulee ymmärtää konfiguraattorissa esitetyt valinnat ja toisaalta konfiguraattorin tuottama tieto tuotannolle tulee olla ymmärrettävää tuotannon kannalta. Toteuttamisvaiheessa konfiguraattoriin ohjelmoidaan rakenteet, raja-arvot, valintamahdollisuudet sekä konfiguraattorin tuottama tieto (Haug et al. 2012, s. 475). Huomioitavaa on, että osa konfiguraattoreista ei vaadi ohjelmointikielen syvällistä osaamista, vaan perusymmärrys ohjelmoinnista riittää.

Projektiin liittyvän henkilöstön tutkijat (Haug et al. 2012, s. 475) jakavat kolmeen osaan: Tuoteasiantuntija, tiedon esittämisen asiantuntija ja ohjelmointiasiantuntija. Tuoteasiantuntijan tieto voi olla dokumentoitua tai niin kutsuttua hiljaista tietoa. Tiedon esittämisen asiantuntija osaa muokata tiedon muotoon, josta se on ohjelmoitavissa tavalla, jonka kaikki ymmärtävät. Ohjelmointiasiantuntija ohjelmoi tuotetiedon konfiguraattoriin. (Haug et al. 2012, s. 475.)

Konfiguraattorit vaativat jatkuvaa ylläpitoa. Konfiguraattorin ylläpito jakaantuu kahteen alueeseen: IT-järjestelmän ylläpito ja tuotemallin ylläpito, joista tuotemallin ylläpito onnistuu parhaiten tuoteammattilaisilta (Hvam et al. 2006, s. 612).

### **2.2.3 Yritys Oy:n tuotekonfiguraattori**

Tuotekonfiguraattoreita on Yritys Oy:ssä käytössä kaksi, ensimmäinen on toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoprojektissa käyttöönotettu konfiguraattori, joka kokoaa toiminnanohjausjärjestelmään syötetyistä moduuleista valintojen mukaan lopputuloksen, joka on osiensa summa. Toinen on myöhemmässä fuusiossa eteläisen tehtaan tarpeisiin vastaamaan käyttöönotettu tuotekonfiguraattori, joka toiminnanohjausjärjestelmän nimikkeiden valitsemisen lisäksi voi tarvittaessa luoda tilausohjautuvia, useimmiten kertakäyttöisiä, osto- ja tuotantotäydennettäviä nimikkeitä. Näiden lisäksi myöhemmin käyttöönotettu konfiguraattori muodostaa valintojen perusteella säännöstönsä mukaan lopputuotteelle ja sen tilausohjautuville osille työreitityksen sekä tuoterakenteen.

Useat tuotekonfiguraattorit on suunniteltu vain myynnin työkaluiksi, mutta työssä tarkasteltava tuotekonfiguraattori luo kaiken lopputuotteeseen liittyvän dokumentaation, lopullisen tuoterakenteen sekä ohjaa tuotannonsuunnittelua ja hankintaa. Siten tuotekonfiguraattori vastaa tiedon tuottamisesta (niin yrityksen sisällä esimerkiksi tuotantoon kuin asiakkaallekin), joka Trentin et al. 2011 (s. 261) mukaan on vaativampaa kuin massatuotannossa.

Moduulien yhdistämiseen perustuva tuotekonfiguraattori on soveltuva vakiomoduuleista muodostuvaan tuotantoon, jossa muutoksia tulee harvoin ja moduulien eri kombinaatiot ovat rajattuja. Koska jokainen uusi tuotteeseen liittyvä moduuli vaatii säännöstön muuttamisen muutoskohdasta sääntöketjun loppuun asti, on konfiguraattorin muokkaaminen työlästä. Myöhemmin käyttöönotettu tuotekonfiguraattori sen sijaan on joustava.

vampi, sillä säännösten muuttaminen on tarpeen vain muuttuvan osan kohdalla. Koska tuotekonfiguraattori muodostaa tuoterakenteen jokaisen konfiguroinnin tapahtuessa erikseen, tuotteen modulaarisuus voi vaihdella ilman, että se näkyy käyttäjälle. Hvam et al. (2006, s. 608) mukaan myynnin kannalta tuotekonfiguraattori nopeuttaa ja helpottaa asiakastarjouksen tekemistä ja tilauksen syöttämistä, sillä tuotekonfiguraattoriin voidaan ohjelmoida muiden osastojen tietoja tuotteesta. Tällöin tietoa ei tarvitse selvittää kultaakin osastolta erikseen ja asiakkaalle saadaan paremmin dokumentoituja kuvauksia tarjouksien, sekä tilauksien oheen (Hvam et al. 2006, s. 608).

Yritys Oy:n toimipisteessä asiakasräätälöityjä tuotteita valmistetaan suhteellisesti enemmän kuin vakioituja tuotteita. Myös Forza ja Salvador (2002a, s. 89) käsitelivät tutkimuksessaan tapausta, jossa 70 % myydyistä tuotteista oli asiakasräätälöityjä ja 30 % vakiotuotteita. Tapauksessa perustuotteesta vähän poikkeavien tuotteiden tilausprosessin pystyi myynti käsittelemään itsenäisesti, mutta vahvemmin asiakasräätälöityjen tuotteiden kohdalla oli myynnin konsultoitava teknistä osastoa. (Forza & Salvador 2002a, s. 90.) Kuten tämän työn tarkasteltavassa toimipisteessäkin, kun tilaus oli tehty, myynti antoi paperilla tiedot tekniselle osastolle. Työssä tarkasteltavassa Yritys Oy:n toimipisteessä ennen uuden tuotekonfiguraattorin käyttöönottoa tuotteen normituotteesta poikkeavista tiedoista annettiin paperilla tieto tuotannonsuunnitteluun, joka tuotti tarvittavat dokumentit tuotannolle. Forza ja Salvadorin (2002a, s. 91) huomasivat tutkimuksessaan, että koska tutkittavan yrityksen tuotanto koostui yksinkertaisista tehtävistä, tuotannon teki hankalaksi vain tuotteiden erilaisuus ja toisaalta yrityksen ongelmat juontuivat tuotevarianttien tietojen keräämisestä, varastoinnista ja välittämisestä tarpeen mukaan. Tuotetiedon hallinta ja tiedon jakaminen ei siten ollut keskitetty toiminnanohjausjärjestelmään. Sama haaste oli työssä tarkasteltavan yrityksen toimipisteessä ennen uuden konfiguraattorin käyttöönottoa.

Forza ja Salvador (2002a, s. 91) huomasivat tilausprosessin monimutkaisuuden aiheuttavan ongelmia asiakasvaatimusten ja asiakastyytyväisyyden suhteen. Koska teknisen puolen konsultointi pidensi tilausprosessia, ohitti myynti välillä teknisen puolen ja siten teki virheitä tuotteen määrittelyssä, jopa toiminnallisuuden kannalta. Lisäksi myynti ei saanut asiakasvaatimuksia aina käännettyä teknisiksi vaatimuksiksi, jolloin asiakkaat saivat vaatimuksia vastaamattomia tuotteita ja siten asiakastyytyväisyys heikkeni. Toisaalta teknisen henkilöstön piti käyttää paljon työaikaa asiakasvaatimusten ohjaamiseen toivottuun suuntaan, joka vei aikaa tuotekehitykseltä. (Forza & Salvador 2002a, s. 91) Tuotannon kannalta virheelliset myyntikonfiguroinnit aiheuttivat virheellisiä tuotteita, vääriä osia ostettiin ja toimitusajassa ei pysytty. Koska jatkuvasti korjattiin kiireellä löydettyjä virheitä, ei dokumentaatiota ehditty korjaamaan ja siten virheiden mahdollisuus jäi. (Forza & Salvador 2002a, s. 92.)

Työssä tarkasteltavan Yritys Oy:n toimipisteessä oli monia samankaltaisia ongelmia kuin Forza ja Salvador (2002a, s. 92) tutkimuksessaan kuvasivat. Kun Yritys Oy:ssä otettiin tuotekonfiguraattori käyttöön, se ohjelmoitiin niin, että jokainen valinta vaikutti

seuraaviin vaihtoehtoihin puumaisesti ja rajoitti tulevia vaihtoehtoja. Forza ja Salvadorin (2002a, s. 93) tutkimassa tapauksessa myyntikonfiguraattori huolehti siitä, että kaikki tärkeimmät tiedot on syötetty ja tietoihin on asetettu raja-arvoja, joista osa muuttuu aiempien valintojen perusteella. Sekä tutkimuksen että Yritys Oy:n konfiguraattorissa on mahdollista palata takaisinpäin ja vaihtaa valintoja toisiksi esimerkiksi hinnan noustessa liian suureksi (Forza & Salvador 2002a, s. 93). Toisin kuin Yritys Oy:n tuotekonfiguraattori, Forza ja Salvadorin (2002a, s. 93) tutkimuksen myyntikonfiguraattori etsi konfiguroinnin jälkeen tietokannasta, onko vastaavaa aiemmin tehty: mikäli näin oli, ehdotti myyntikonfiguraattori vanhaa nimikekoodia, jonka avulla voitiin etsiä dokumentaatiot.

Forza ja Salvadorin (2002a, s. 93–94) tutkimuksessa mikäli tuote oli uusi, tekniset tekijät olivat erilaiset. Teknisiä tekijöitä varten konfiguraattoriin luotiin algoritmit helpoimpia tapauksia varten. Hankalimmissa tapauksissa konfiguraattori ohjelmoitiin auttamaan teknistä henkilöstöä keräämällä konfiguroidut tiedot selvitystä varten. Myös teknisen suunnittelijan tekemiin lisäyksiin konfiguraattorissa oli varmistuksia ja kun nekin olivat valmiit, saatu tulos yhdistettiin myyntiin ja luotiin tekninen-myynti-konfiguraattori. Viimeiseksi saatu konfigurointi käännettiin automaattisesti tarkoiksi tuotedokumenteiksi tuotantoa varten tuotemallien avulla. (Forza & Salvador 2002a, s. 94.)

Yritys Oy:n toimipisteen konfiguraattoria ei ole kohdistettu vain tietyn osa-alueen tarpeisiin. Sama konfiguraattori samalla konfigurointikerralla toimii niin myyntikonfiguraattorina ohjaten konfiguroinnin valintoja ja laskemalla tuotteen kustannuksen valintojen perusteella kuin tuotekonfiguraattorina luoden tarvittavat tuotetiedot, lisätiedot dokumentoinnin pohjaksi ja tuoterakenteen.

Forza ja Salvadorin (2002a, s. 95) tutkimassa tapauksessa tuotanto ei konfiguraattorin myötä muuttunut ja tärkein hyöty oli virheiden vähentyminen myynnissä lähes olemattomiin, kun konfiguraattoriohjelmisto tarkisti jokaisen valinnan sallittavuuden. Siten myynti pystyi toimimaan itsenäisemmin ja tilausprosessi nopeutui (Forza & Salvador 2002a, s. 95). Tuotekehityksen kannalta konfiguraattori pystyi tekemään pienet muutokset itsenäisesti. Sen seurauksena suunnittelijoiden ei enää tarvinnut tehdä niitä muutoksia käsin. Siten suunnittelulle jäi aikaa arvokkaisiin tehtäviin, kuten erityistuotteiden ja uusien tuotelinjojen suunnitteluun. (Forza & Salvador 2002a, s. 95.) Tuotanto oli konfiguraattorin tärkein hyödyntäjä ja konfiguraattorin tuottama dokumentaatio oli elintärkeää materiaalinhallinnan, tuotannon ja kokoonpanon kannalta. Koska tieto oli oikein, tuotantokatkoksia ja toimitusmyöhästymisiä voitiin välttää. (Forza & Salvador 2002a, s. 95–96.)

Yritys Oy:n tuotekonfiguraattori on integroitu toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan, jolloin sen käyttämä tuotetieto on ajantasaista eikä sitä tarvitse erikseen hakea konfiguraattoria käynnistäessä. Samoin konfiguroinnin tulos siirtyy suoraan toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan ja on siten välittömästi käytettävissä esimerkiksi myyntiti-



lauksella. Konfiguraattorin tuottamat tiedot voi siten välittää toiminnanohjausjärjestelmässä haluttuihin tauluihin edelleen hyödynnettäväksi.

Yritys Oy:n tuotekonfiguraattori tuottaa lopputuotenimikkeen lisäksi sen osakokoonpanojen, komponenttien ja varioituvien osto- sekä itsevalmistettavien osien nimiketunnukset, reititykset sekä rakenteet. Lisäksi tuotekonfiguraattori laskee jokaiselle konfigurointikohtaiselle osalle kustannuksen sen rakenteen ja reitityksen perusteella.

Trentin et al. (2011, s. 261) referoivat useita aiempia tutkimuksia tuotekonfiguraattorin ja ajan yhteydestä. Tuotekonfiguraattorin avulla voidaan löytää jo olemassa olevia ratkaisuja tuotannossa tuotteen osiksi ja jopa ohjata asiakasta valitsemaan tuote, joka on enemmän standardi ja siten nopeampi valmistaa. Siten tuotteita ei enää täysin räätälöidä asiakkaalle ja tehdä turhaa työtä monta kertaa peräkkäin, vaan voidaan hyödyntää aiempia ratkaisuja ja osaamista tuotteen valmistuksessa. Voidaan jopa tehdä valmiiksi jotain osakokoonpanoja. (Trentin et al. 2011, s. 261.) Konfiguraattorilla voi nopeammin ja edullisemmin tehdä useita vaihtoehtoisia tarjouksia (Hvam et al. 2006, s. 608).

## **2.3 Ulkoisten lisäosien integrointi toiminnanohjausjärjestelmään**

Yritys voi tarpeidensa saavuttamiseksi lisätä toiminnanohjausjärjestelmään ulkoisia lisäosia tai rakentaa kustomoituja lisäosia toiminnanohjausjärjestelmän päälle (Zach & Munkvold 2012, s. 464). Raportit ja lisäosat luetaan teknisiin päivityksiin, jotka voivat edistää tiedonvälitystä (Oseni et al. 2014, s. 8).

Huomattavaa on, että vaikka yrityksessä voidaan tehdä liiketoiminnan parantamiseksi toiminnanohjausjärjestelmään integraatioita ja kustomointeja, ei niiden hyöty ole itsestään selvää. Oseni et al. (2014, s. 13) huomasivat tutkimuksessaan, että eräässä kohdeyrityksessä tehty liiketoiminnallisen parantamisen motivoima kustomointi ei parantanut mitään, koska käyttöönotossa ei tavoiteltu liiketoimintaprosessin parantamista. Uusia ominaisuuksia lisättiin, mutta mitään niistä ei otettu käytännössä käyttöön (Oseni et al. 2014, s. 13). Tutkijat (Haug et al. 2012, s. 471) huomauttivat, että vaikka projekti johtaisikin konfiguraattorin käyttöönottoon tulee konfiguraattoria käyttää ja hyväksyä, jotta konfiguraattoriprojekti olisi onnistunut. Konfiguraattoria ei välttämättä hyväksytäkään käytetä, mikäli konfiguraattori ei kata merkittävää osaa tuotteista, se ei tuota tarpeellista tietoa ja riittävällä tarkkuudella (Haug et al. 2012, s. 472). Siten konfiguraattorin tietokantaa tulee myös ylläpitää ja päivittää muuttuvien tuotteiden mukaan, joten siihenkin on varattava resursseja (Haug et al. 2012, s. 472).

Tuotetiedonhallintajärjestelmien hyödyntäminen toiminnanohjausjärjestelmän ohella voi auttaa tuotteeseen ostettavien komponenttien kustannusseurannassa (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 47). Tuotetiedonhallintajärjestelmiä käytetään usein tuotesuunnittelussa ja vastaavasti toiminnanohjausjärjestelmää tuotannossa. Tällöin tuotetiedonhallin-

tajärjestelmä tuottaa tietoa ja toiminnanohjausjärjestelmä hyödyntää sitä. (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 64.)

### 2.3.1 Integrointi Yritys Oy:ssä

Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmään on sekä käyttöönottoa ennen että sen jälkeen lisätty lukuisia kustomointeja. Ennen käyttöönottoa toiminnanohjausjärjestelmään muun muassa yhdistettiin upotettu konfiguraattori, jonka vuoksi myös järjestelmän lähdekoodiin tehtiin muutoksia. Kustomoinnin syy oli muokata järjestelmää liiketoimintaprosessia vastaavaksi ja sovittaa järjestelmän toiminnallisuudet Yritys Oy:n toimipisteen tarpeisiin. Zach ja Munkvold (2012, s. 470-471) nostavat tutkimuksessaan nämä tekijät yleisiksi kustomoinnin syiksi. Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmään tehtiin useita pienempiä kustomointeja, sekä luotiin ulkoisiin järjestelmiin tietoa kopioivia liittymiä, kuten ulkoiseen hankintaohjausjärjestelmään tietoa välittävä liittymä. Zach ja Munkvold (2012, s. 470) huomasivat tutkimuksessaan, että jokaisessa tutkimuksen yrityksessä valintakriteeri käyttöönotettavalle toiminnanohjausjärjestelmälle oli järjestelmän avoimuus muokkaukselle. Tutkituissa yrityksissä haluttiin, että toiminnanohjausjärjestelmä muuntuu toimintaa vastaavaksi, eikä sen haluttu muuttavan prosesseja (Zach & Munkvold 2012, s. 470). Kustomointien johdosta Yritys Oy:ssä toiminnanohjausjärjestelmän perusominaisuuksia, kuten tuotannonsuunnitteluun tarkoitettu työkirja, jäivät hyödyntämättä.

Tutkimuksen toimipisteen liittyessä samaan toiminnanohjausjärjestelmään huomattiin lisätarvetta toiminnanohjausjärjestelmän muokkaamiselle. Aiempi konfiguraattori tuki modulaarista tuotantoa, mutta ei toimipisteelle tyypillistä asiakasräätälöitävää tuotantoa. Siten toiminnanohjausjärjestelmään päätettiin liittää toinen konfiguraattori, mutta se yhdistyi järjestelmään lisättynä järjestelmän päälle lisäosana. Uuden konfiguraattorin liittäminen oli tekninen modifikaatio, joka korjasi toiminnanohjausjärjestelmää. Mutta koska se pyrki integroimaan liiketoimintaprosessin järjestelmään, luokitellaan se Oseni et al. (2014, s. 7) tutkimuksen mukaan liiketoimintamotivoituneeksi. Liiketoimintamotivoituneet kustomoinnit saattavat parantaa tehokkuutta, jos niihin kuuluu uuden liiketoimintatoiminnallisuuden lisääminen. Keskeistä on, että vain sellaiset modifikaatiot, jotka edistävät informaatio- ja kommunikaatioteknologiaa ja/tai liiketoimintaprosesseja parantavat tehokkuutta. Siten toiminnanohjausjärjestelmä saattaa olla apuna prosessin tehokkuuden ja tiedonvälityksen kautta vaikuttavuuden osalta. (Oseni et al. 2014, s. 8.)

Toiminnanohjausjärjestelmässä on ollut muutaman vuoden käytössä molemmat konfiguraattorit. Osa aiemman modulaariseen rakenteeseen perustuvan konfiguraattorin käsittelemistä tuotetyypeistä on ohjelmoitu uudelleen asiakasräätälöintiä tukevaan myöhemmin käyttöönotettuun konfiguraattoriin. Koska kyseinen konfiguraattori ei muuttanut toiminnanohjausjärjestelmän lähdekoodia, vaan se liitettiin sen oheen, tukee konfiguraattori paremmin toiminnanohjausjärjestelmän perusominaisuuksia ja siten konfiguraattorin uudelleenohjelmointi on helpompaa. Koska konfiguraattori on toiminnanoh-

jausjärjestelmästä ulkoinen lisäosa, sen ylläpito tapahtuu toiminnanohjausjärjestelmästä riippumatta. Aiemman modulaariseen rakenteeseen perustuvan konfiguraattorin ylläpito vaatii muutoksia toiminnanohjausjärjestelmän nimikkeisiin ja rakenteisiin, jotta sen synnyttämää rakennetta sekä konfiguraattorin valintoja voi muuttaa.

Yritys Oy:n toimipisteiden fuusioituessa tehtiin toiminnanohjausjärjestelmään myös muutoksia esimerkiksi tuotannon valmistumiskuittauksiin. Tarkoitukseen ohjelmoitiin lisätauluja, raportteja sekä kortteja eli näkymiä, joilla tuotannolle voidaan tuottaa esimerkiksi viivakoodinlukijalla tapahtuvan kuittauksen mahdollistavat dokumentit. Täten muutokset olivat, Oseni et al. (2014, s. 8) mukaan, teknisiä päivityksiä. Muutoksien suunnittelussa pyrittiin kuitenkin hyödyntämään toiminnanohjausjärjestelmän perusominaisuuksia ja ne ovat pääosin jo olemassa olevien taulujen tietojen yhdistelmiä. Teknisyydestään huolimatta muutokset olivat liiketoimintaprosessien pyytämiä lisätointintoja, jotka parantavat organisaation ja toiminnanohjausjärjestelmän yhteensopivuutta (Oseni et al. 2014, s. 8).

Hankintatyökirja otettiin fuusiossa käyttöön toimipisteessä ja siihen tehtiin tietojen lisäyksiä, jotta hankintatyökirja tukisi uuden konfiguraattorin synnyttämien tilausohjautuvien osto-osien hankintaa paremmin. Konfiguraattori synnyttää tilausohjautuville osto-osille nimikkeen perustietojen lisäksi toiminnanohjausjärjestelmän tietokantatauluun hankintaan liittyviä lisätietoja toimittajalle. Nämä lisätiedot, sekä suora näkyvyys nimikkeeseen liittyvästä myyntitilauksesta ja tuotantotilauksesta lisättiin hankintatyökirjaan.

### 3. HANKINTATOIMI JA KUSTANNUKSET

Karkeasti ottaen hankintatoimessa on kyse aineellisen tai aineettoman hyödykkeen ostamisesta, jotta sitä voidaan mahdollisesti jalostaa ja myydä jalostettuna suoraan eteenpäin. Myytäessä tulisi saada hinta, joka kattaa hyödykkeen hankintakulun, sekä sen jalostamisen ja käsittelyn aiheuttamat kustannukset. Mitä pienempi hankintakulu on, sitä parempi voitto saadaan tai voidaan kilpailla alemmalla myyntihinnalla.

Periaatteellisesti hankintatoimen tärkein tehtävä on tyydyttää muiden organisaation osa-alueiden tarpeet, mieluiten pienimmällä mahdollisella kokonaiskustannuksella. Käytännössä yritysten välillä on suuria eroja hankintatoimen organisatorisessa asemassa, vastuissa, arvostuksessa ja tehtävissä, johtuen muun muassa toimialasta, tuotantotavasta sekä toimittajamarkkinoista. Toisaalta hankintatoimi luo osaltaan yrityskuvaa kommunikoinnissaan tavarantoimittajien kanssa. (van Weele 2005, s. 82–83.)

Hankintatoimen kannalta toiminnanohjausjärjestelmä kuvataan usein varastonkiertonepeuden hallinnassa ja tavoitteellisen varastotason kannalta. Tilausohjautuvien tuotteiden kohdalla varaston käsittely menettää painoarvoaan ja hankinta-aikataulu ja oikea-aikainen hankinta ovat merkittävämpiä seikkoja. Tilausohjautuvien tuotteiden kohdalla on ostotilauksen tietojen oikeellisuus tärkeää, sillä tuote on usein niin erityinen, että virheellisen toimituksen sattuessa ei tuotetta pystytä ainakaan ilman lisäkustannuksia hyödyntämään tuotannossa myöhemmin. Siten tilausohjautuvien tuotteiden virheetön määrittely tuotekonfiguraattorissa ja tietojen aukoton siirto ostotilauksen kautta tuotteen toimittajalle ovat kriittisiä tekijöitä.

#### 3.1 Hankintatoimen osa-alueet

Hankintatoimessa on yhteensä neljä eri osa-aluetta: tekninen, kaupallinen (toimittajasuhteet), logistinen ja hallinnollinen. Tekninen osa-alue sisältää toiminnallisuuden, tuotteen laadun ja spesifikaatiot, sekä toimittajavalinnan ja -sopimukset. Kaupallinen hankintatoimi kattaa toimittajamarkkinoiden seuraamisen, toimittajasuhteiden ylläpidon, neuvottelut ja sopimusten uusimiset. Logistiseen puoleen liittyvät kaikki toiminnot sisään tulevan materiaalivirran optimoinnista tuotantopisteelle ohjaamiseen, eli tilauspolitiikan optimoinnin, sisään tulevan tavaran tarkistuksen ja toimitusten oikea-aikaisuuden tarkastelun. Hankintatoimen hallinnollinen puoli sisältää tehokkaan tilausten käsittelyn, seurannan ja laskujen käsittelyn. (van Weele 2005, s. 35–36.)

Tuotantotapa vaikuttaa myös hankintatapaan. Hankintapäätökset tehdään myyntiprognosien avulla, mikäli yritys tekee tuotteitaan varastoon. Mikäli yritys tekee tuotteita

tilauksesta, hankintapäätökset tehdään varsinaisten tilausten aiheuttaman menekin perusteella pitäen samalla yllä tarvittavaa varmuusvarastoa. Jos yritys suunnittelee ja valmistaa tuotteen jokaisen tilaukseen erikseen, sidotaan hankintapäätökset kukin omaan tilaukseensa. (van Weele 2005, s. 11.) Hankintatoimen yhteistyö myynnin ja suunnittelun kanssa lisääntyy jokaisella tasolla. Varastoon valmistettaessa hankintatoimi reagoi myynniltä saatuihin ennusteisiin ja tekee yhteistyötä suunnittelun kanssa lähinnä vain uusia tuotteita suunniteltaessa. Sitä vastoin tilauksen mukaan suunnitellussa mallissa hankintatoimi on mukana prosessissa tarjousvaiheesta lähtien.

### 3.2 Hankintatoimi tilausohjautuvassa tuotannossa

Aslan et al. (2012, s. 696) tutkimuksen mukaan tilausohjautuva tuotanto on tyypillistä pienissä ja keskisuurissa yrityksissä, jotka tuottavat tuotteita toisille yrityksille. Tällaiselle tuotannolle on tyypillistä asiakasvaatimusten, kuten toimitusajan, muuttuminen asiakkaiden tuotantoketjumuutosten mukaan. Siten tuotannonsuunnittelu ja yrityksen sisäisen toimintaketjun muokkautuvuus sekä reagointinopeus ovat tärkeämpiä tekijöitä kuin varasto-ohjatussa tuotannossa. Käytettävät tietojärjestelmät voivat vastata toimintaketjun muokkaustarpeeseen, mutta niiden on sovittava hyvin yrityksen prosesseihin. (Aslan et al. 2012, s. 696.)

Hankintatoimelta vaaditaan tiivistä yhteistyötä tuotannon ja myynnin kanssa tilausohjautuvassa tuotannossa. Swafford et al. (2008, s. 290) käsittelevät tutkimuksessaan sisäistä toimitusketjua, joka sisältää tuotekehityksen, tuotannon, hankinnan ja jakelutoiminnot. Toimitusketjun joustavuus tarkoittaa tällöin operationaalisia kykyjä toimitusketjun sisällä ja toimitusketjun ketteryys tarkoittaa nopeutta, jolla toimitusketju reagoi vastaamaan asiakastarpeita (Swafford et al. 2008, s. 289). Tutkimuksessa IT-integraation käsite tarkoittaa sitä laajuutta, jolla tietojärjestelmiä käytetään informaation jakoon toimintojen välillä toimitusketjun kannalta. Joustavuus lisääntyy, kun tietojärjestelmiä käytetään enemmän reaaliaikaiseen tiedon jakamiseen toimitusketjussa. (Swafford et al. s. 290.)

Swafford et al. (2008, s. 296) tutkimuksen tuloksien mukaan IT-integrointi vaikuttaa toimitusketjun joustavuuteen, joka johtaa parempaan toimitusketjun ketteryyteen ja lopulta parempaan kilpailukykyyn. Yrityksen sisällä kannattaa panostaa IT-integrointiin, jotta esimerkiksi tuotannolla on jatkuva tieto materiaalin saatavuudesta. Tärkeää tämä on tutkijoiden mukaan etenkin, kun kyse on massakustomoinnista. (Swafford et al. 2008, s. 296.) Aslan et al. (2012, s. 699) sen sijaan väittävät tutkimuksessaan, että tilausohjautuvassa tuotannossa toiminnanohjausjärjestelmän muodostama valmistuksen aikataulutus ei ole tuotannon kannalta tarpeellista, jos karkea aikataulutus on tehty jo ennen valmistuksen aloittamista.

### 3.3 Arvostusmenetelmä

Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmässä jokaiselle luodulle nimikkeelle on valittava arvostusmenetelmä, joka määrittelee nimikkeen yksikkökustannuksen laskennan ja käytetäänkö kustannuslaskennassa todellista vai laskennallista arvoa. Arvostusmenetelmä vaikuttaa myös kustannusten tallennusjärjestykseen. Arvostusmenetelmästä riippumatta nimikkeen fyysisen saldon ollessa nolla, tulee varaston arvon olla nolla. Arvostusmenetelmät eroavat siinä, miten varaston arvon muutokset arvotetaan. Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmässä lopputuotteilla ja puolivalmisteilla on käytössä arvostusmenetelmänä vakio ja ostettavilla osilla keskimäärä.

Keskimääräinen arvostusmenetelmä päivittää nimikkeen kustannusta jokaisen hankinnan perusteella kustannuksen päivitysjakson välein. Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmään määritetty päivitysjakso on yksi (1) päivä. Siten keskimääräinen kustannus päivitetään päivittäin varastoa lisäävien vastaanottojen, ja niihin kohdistettujen laskujen, perusteella sekä varastoa vähentävien tuotantotilaukskulutuksien kautta. Mikäli nimikkeen varastossa on 10 kpl arvolla 10 eur ja 10 kpl arvolla 20 eur, on keskimääräinen arvo nimikkeen varastossa olevien yksiköiden keskiarvo eli 15 eur. Jos varastoon vastaanotetaan 5 kpl arvolla 20 eur, keskimääräinen kustannus nousee eurolla. Kun nyt nimikettä kulutetaan varastosta, kulutuksen arvo on 16 eur. Taulukossa 1 on esitetty nimikkeen tapahtumien vaikutus nimikkeen varastonarvoon.

**Taulukko 1.** *Esimerkki nimikkeen varastoarvon määrittämisestä*

	Määrä (kpl)	Arvo	Summa	Varaston kappalesaldo	Varaston eur- saldo	Keskimääräinen arvo
Vastaanotto	10	10	100	10	100	10
Vastaanotto	10	20	200	20	300	15
Vastaanotto	5	20	100	25	400	16
Kulutus	5	16	80	20	320	16
Vastaanotto	10	20	200	30	520	17,33

Mikäli esimerkkitapauksessa käytettäisiin FIFO-arvostusmenetelmää, olisi kulutuksen arvo 10eur. FIFO-lyhenne tulee sanoista First-In-First-Out ja tämän periaatteen mukaan kauimmin varastossa ollut nimike kulutetaan ensin. Mikäli taas käytettäisiin LIFO-menetelmää, olisi kulutuksen arvo 20eur. LIFO-lyhenne tulee sanoista Last-In-First-Out, jonka periaatteen mukaan viimeisimmäksi varastoon tullut nimike kulutetaan ensin.

Vakioarvostusmenetelmässä sen sijaan varaston lisäykset kirjataan aina voimassa olevalla vakiokustannuksella. Mikäli nimikkeelle on laskettu vakiokustannuksen laskentatyökirjan avulla vakiokustannus 100 eur, käytetään kaikissa kirjauksissa vakiokustannusta riippumatta nimikkeen toteutuneesta kustannuksesta. Toiminnanohjausjärjestelmässä varaustapahtuman avulla voidaan kohdistaa kustannus tapahtumien välille. Siten nimikkeen arvostusmenetelmän tuottama yksikkökustannus voidaan tarvittaessa ohittaa, ja käyttää kirjauksissa varaustapahtuman linkittämää toteutunutta kustannusta.

Tarkastelluissa tuotantotilauksissa keskimääräisellä kustannuksella arvostettavia olivat varioituvat hankittavat osto-osat sekä varastoitavat osto-osat. Vakiokustannuksella arvostettavia olivat tuotteeseen liittyvät osakokoonpanot, varioituvat tilausohjautuvasti valmistettavat osat sekä varastoitavat toimipisteessä valmistetut osat, kuten vahvikkeet.

## 4. YRITYS OY:N TUOTTEET

Yritys Oy:n tuotteita valmistetaan kahdessa eri tehtaassa Suomessa. Työssä tarkastellaan toisen toimipisteen tilausohjautuvan tuotetyypin kahta tuoteryhmää, ovityyppejä A ja E. Tuoteryhmän tuotteet konfiguroidaan myöhemmin käyttöön otetulla tilausohjautuvaan konfigurointiin soveltuvalla tuotekonfiguraattorilla. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottovaiheessa järjestelmään liitettyä modulaarisella tuotekonfiguraattorilla konfiguroidaan Yritys Oy:n modulaarisiin kokoonpanoihin perustuva tuotanto.

Jos kustomoitava tuote voidaan suunnitella osittain etukäteen ja rajoittaa mahdollisia yhdistelmiä, puhutaan massaräätälöivästä tuotannosta, jolloin asiakastilaukseen perustuvaa suunnittelua ei tarvita (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 49–50). Tarkasteltavan Yritys Oy:n ovet ovat massaräätälöityjä ja niiden tilausohjautuvuuden aste vaihtelee tyypeittäin. Työn tuotetyypissä E tilausohjautuvuus on yleistä, kun lisävarustelu suljettiin pois, samanlaisia ovia valmistettiin vuonna 2015 korkeintaan kaksi kappaletta. Sitä vastoin tuotetyypissä A on merkittävästi enemmän massaräätälöityjä malleja. Yritys Oy:n toimipisteen valmistamien tuotteiden vaatimukset suunnittelulle ja toimintoketjulle ovat siten tuotetyyppien sisälläkin vaihtelevia. Trentin et al. (2011, s. 264) määrittelivät tutkimuksessaan kolme perusmekanismia, joiden kautta tuotekonfiguraattori voi parantaa ajankäyttöä:

- vähemmän tilannekohtaisia ja kiireellisiä ongelmanratkaisuja erilaisten asiakastarpeiden täyttämiseksi
- vähemmän virheitä tuotteen ominaisuuksien valinnassa eli konfiguroinnissa tuotekonfiguraattorin ohjatessa valinnat sallittuihin vaihtoehtoihin sekä
- vähemmän kuormitusta suunnittelulle asiakasräätälöivän tuotteen ominaisuuksien valinnan eli konfiguroinnin aikana.

Sääksvuori ja Immonen (2004, s. 54–55) kuvaavat kustomoitavan tuotteen tuoterakenteen koostuvan viidestä tasosta. Ensimmäisellä tasolla on tuote, seuraavalla tuoteperhe-taso, sitten tuoteperheen ominaisuudet, tuoteperheen varioituvat ominaisuudet kuten tekniset moduulit ja viimeiseksi komponenttitaso (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 54–55).

### 4.1 Yritys Oy:n tilausohjautuvien ovien rakenteiden karkea kuvaus

Kaikki myytävät ovet myydään myyntitilauksen rivillä nimikemyyntinä. Peltonen et al. (2002, s. 16) mukaan nimikkeellä tulee olla yksikäsitteinen tunniste eli koodi. Sääks-



vuori ja Immonen (2004, s. 10) määrittelevät ”nimikkeen olevan systemaattinen ja standardoitu tapa tunnistaa, koodittaa ja nimetä fyysinen tuote, tuotteen osa tai komponentti, materiaali tai palvelu”. Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmässä terminä käytetään nimikenumeroa, joka konfiguroitavien ovien tapauksessa muodostuu oven tyyppin kertovasta kirjainyhdistelmästä ja juoksevasta numeroinnista. Kyseessä on siten ei-luokitteleva tunniste eli nimikenumero, joten nimikkeen kuvaus tulee olla näkyvissä nimikenumeron ohella (Peltonen et al. 2002, s. 17). Toiminnanohjausjärjestelmässä nimikkeen kuvauksen maksimimäärä on rajoitettu yhteensä 60 merkkiin, jaoteltuna kahden osaan.

Konfiguraattori muodostaa määrittelynmukaisen kuvaustekstin konfiguroitaessa. Kuvaustekstin ensimmäinen osa muodostuu tyypillisesti kirjainyhdistelmästä, jotka kertovat muun muassa ovilehtien määrän, oven paksuuden, kätisyyden ja mallin, sekä oven mitat. Kuvaustekstin toinen osa kertoo tyypillisesti oven ulko- ja sisäpinnan materiaalit. Tilausohjautuviin oviin liittyy usein myös lisävarusteita, joista tuotetaan lisätieto tuotannon dokumentteihin. Osa lisävarusteista muokkaa oven rakennetta, esimerkkinä oveen asennettava ikkuna, joka muuttaa oven ovipeltien rakennetta.

Kaikki ovien konfiguroinnissa syötetty tieto oven ominaisuuksista ja lisävarusteista, sekä mahdollinen lisäinformaatio (kuten oven numerointi) kootaan toiminnanohjausjärjestelmässä erilliseen tauluun. Taulusta poimitaan oven tarkentavat määritteet tuotantodokumenttien lisäksi myyntitilaukselle. Siten nimikkeen tarkemman rakenteen voi selvittää nimikekohtaisesti tuoterakenteen kautta, sekä tekstimuotoisena lisätiedon esittävän kortin avulla.

Tuoterakenne kertoo tuotteen osat ja niiden hierarkkisen rakenteen (Peltonen et al. 2002, s. 60). Ovien rakenteet ovat monitasoisia ja jokaisen tason fyysiset komponentit on sidottu reitituslinkin avulla sen kuluttavaan työvaiheeseen. Yritys Oy:n toiminnanohjausjärjestelmän ja konfiguraattorin luoman tuotetiedon summa on lähellä perinteistä PDM-järjestelmää (Product Data Management). PLM-järjestelmän (Product Lifecycle Management) ydin on tuoterakenne ja tieto rakenteeseen kuuluvien komponenttien, kokoonpanojen ja dokumenttien yhdistelmästä (Sääksvuori & Immonen 2004, s. 48).

## 4.2 Tuotannon ja hankinnan yhteistyön kuvaus

Konfiguraattori luo valmistuote- ja osakokoonpanonimikkeet, sekä tilausohjautuvat puolivalmiste- ja osto-osanimikkeet konfiguroinnin tuloksena. Luodut nimikkeet ovat täydellisiä eli konfiguraattori luo niille pohjanimikkeen perusteella niihin liittyvät nimikkeen tyypistä riippuvat parametrit kuten nimiketyypin sekä dimensiot. Peltonen et al. (2002, s. 20) mukaan tiedonhallintajärjestelmissä nimikkeillä on yhteisiä attribuutteja, kuten tunniste ja kuvaus, sekä nimiketyypistä riippuvia attribuutteja. Nimiketyyppi määrittelee esimerkiksi nimikkeen kirjaus- ja ohjausparametrit, jotka ovat nimiketyypille määriteltäviä.

Konfiguroidulle lopputuotteelle luodaan myyntitilaukselta suunnittelun kautta tuotantotilaus tuotannonsuunnittelussa. Myyntitilaukselta luotuna linkki tuotantotilauksen ja myyntitilauksen välillä säilyy varaustapahtumalinkkinä. Tuotannonsuunnittelu uudelleen aikatauluttaa tarvittaessa tuotantotilauksen ja tulostaa tuotannossa tarvittavat dokumentit, jotka jaetaan osastoille. Tuotantotilauksen uudelleen aikataulutus vaikuttaa myös tilausohjautuvien osto-osien hankintaehdotukseen hankintatyökirjalla.

### **4.3 Tilausohjautuvien komponenttien ostojen linkitys tuotantoon**

Toimipisteessä tuotannonsuunnittelija hankkii tilausohjautuvat osto-osat. Hankintatyökirjan ehdotus hyväksytään ja tilauksen tarvepäivää muutetaan prosessin joustavuuden varmistamiseksi. Toiminnanohjausjärjestelmä laskee hankittavan osan tarvehetken lopputuotteen kaikkien osien reitityksen perusteella. Jokainen rakenteen fyysinen osa linkittyy johonkin työsoluun reitityslinkin perusteella. Siten jos hankittavaa osaa tarvitaan kokonaisuutta katsoen toiseksi viimeisessä työsolussa, on hankintaehdotuksen mukainen tarvepäivä kahden viimeisen työsolun yhteenlasketun työajan, sekä puskuriajan verran aiempi koko tuotantotilauksen eräpäivästä. Käytännössä tuotannossa ei noudateta toiminnanohjausjärjestelmän mukaista laskennallista työjärjestystä, joten hankittavat osat pyritään ostamaan järjestelmän pyytämää päivää aiemmaksi, jotta tuotannon joustavuus säilyy.

Mikäli konfiguraattori luo tilausohjautuvan osto-osan, mutta sitä ei osteta hankintatyökirjan kautta, toiminnanohjausjärjestelmä pyytää osaa ostettavaksi, kunnes tuotantotilaus on kuitattu valmistuneeksi. Osto-osan poistaminen hankintatyökirjalta ei poista linkkiä osto-osan ja tuotantotilauksen väliltä, vaan osto-osan hankintaehdotus muodostuu työkirjalle, kun se seuraavan kerran ajetaan. Mikäli sen sijaan muutetaan tuotantotilausta käsin poistamalla varaustapahtuma tilausohjautuvan osto-osan ja tuotantotilauksen väliltä sekä poistetaan osto-osa tuotantotilauksen riviltä tai korvataan toisella, jää luotu osto-osan tunnus toiminnanohjausjärjestelmän nimikerekisteriin.

Osa tilausohjautuvista osto-osista linkittyy päänimikkeen ensimmäiselle tasolle. Tällöin kyse on useimmiten oven rakenteeseen vaikuttamattomasta lisävarusteesta. Osa osto-osista linkittyy tuoterakennehierarkian alemmille tasoille, jolloin niiden toimitusaikaehtotukseen vaikuttaa kutsuvan osakokoonpanon laskennallinen valmistumisaika.

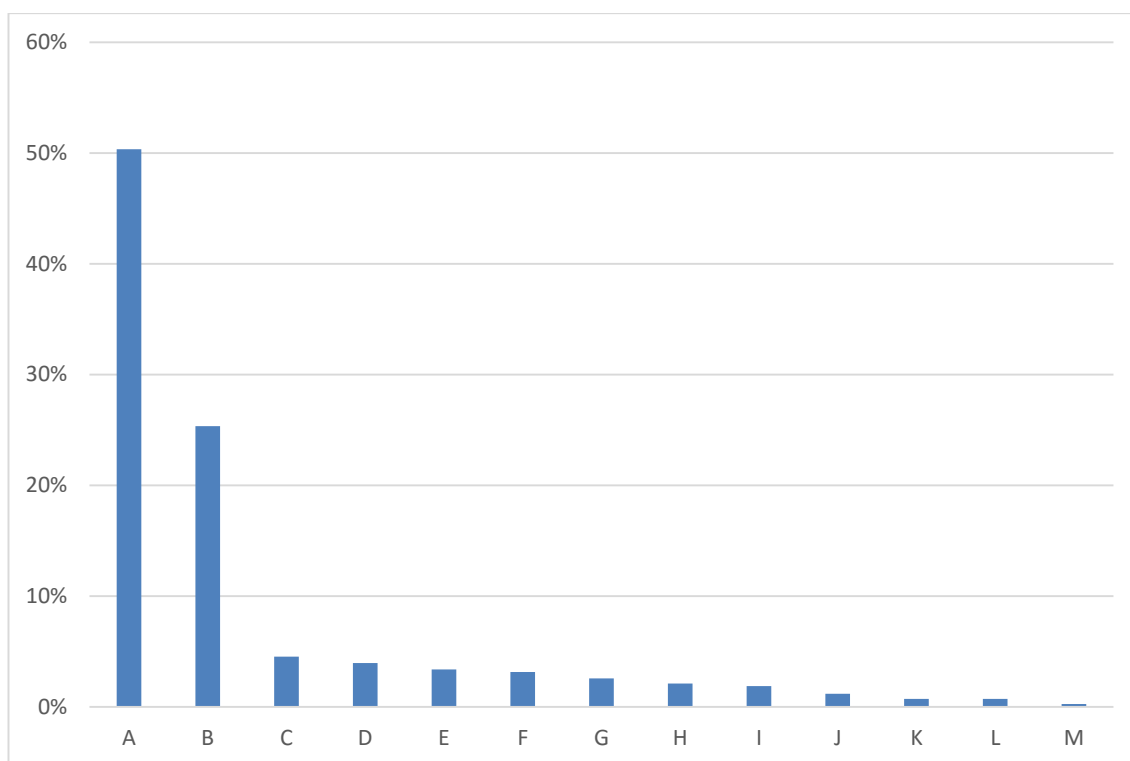
## 5. TIETOKANTATAULUJEN TIEDOT TUOTETYYPEISTÄ

Tarkasteltaviksi tuotetyypeiksi valittiin massaräätälöity ovityyppi ja rakenteeltaan monimutkainen, sekä varioituva ovityyppi. Massaräätälöidyssä tuotetyypissä, johon viitataan myöhemmin ovityyppi A:na, on käytössä standardoidut ovilehdet ja varioitavuus koskee tyypillisesti oven lisävarusteita. Ovityyppi on mahdollista tilata myös erikoismi-toilla. Osa lisävarusteista estää standardoitujen ovilehtien käytön, mutta tällöinkin ovi-lehden varioitavuus on rajattua. Ovityypin konfiguraattori käyttää neljää pohjanimikettä ja sillä on neljä alakonfiguraattoria.

Rakenteeltaan monimutkainen tuotetyyppi on ovityyppi E, jonka konfiguraattori sisältää useita alakonfiguraattoreita. Ovityypin rakenteessa on käytössä vakioituina vain varas-toitavat osto-osat, kuten saranat ja painikkeet. Ovityypin tuotantotilaukset sisältävät tyypillisesti vähintään neljä tasolla 2 olevaa tuoterakennetta ja tasoja on kolmesta nel-jään. Ovityypin konfiguraattori käyttää kahtakymmentä pohjanimikettä ja ala-konfiguraattoreita on niin ikään kaksikymmentä. Alakonfiguraattoreiden suuri määrä monimutkaistaa konfiguraattoreiden ja kokonaisuuden ylläpitoa.

Vuonna 2015 toiminnanohjausjärjestelmässä oli 860 valmiiksi asti kuitattua oven tuo-tantotilausta. Toimipisteestä myydään myös ovikokoonpanon osia, kuten ovilehtiä, mut-ta ne rajattiin tarkastelun ulkopuolelle. Kokoonpanon osat konfiguroidaan ovikokoon-panon alakonfiguraattorin avulla eli ne toimivat myös itsenäisinä konfiguraattoreina.

Ovityyppejä on 13 kpl ja näistä kaksi muodostivat vuonna 2015 75 % valmistuneista ovien tuotantotilauksista. Loppujen ovityyppien osuus kokonaismäärästä on maksimis-saan 5 % per ovityyppi. Kuvassa 1 on esitetty kuvaaja Yritys Oy:n eri ovityyppien tuo-tantotilauksien prosentuaalisesta jakautumisesta.



**Kuva 1.** Ovien tuotantotilauksien osuus vuonna 2015 valmistuneiden ovien tuotantotilauksista ovityypeittäin jaoteltuna.

## 5.1 Aineiston valinta ja menetelmät

Aineisto kerättiin taulukoimalla kaikki vuonna 2015 valmiiksi kuitattujen ovien tuotantotilauksien otsikkotaulun tiedot. Taulukko lajiteltiin ovityypin osoittavan dimension perusteella ryhmiä. Ryhmistä valittiin ensimmäiseksi tarkasteluun yleisin ovityyppi, ovityyppi A. Ovityypillä on erilainen nimiketunnuksen muodostumislogiikka vakio-ovilla ja varioituvilla ovilla. Sen perusteella ovet jaoteltiin vakio-oviin ja varioituviin oviin. Koska vakio-ovet koostuvat täysin varastoitavista komponenteista, eikä niissä siten käytetä tilausohjautuvia osto-osia, jätettiin vakio-ovet lähemmän tarkastelun ulkopuolelle.

Varioituvat ovityypin A tuotantotilaukset lajiteltiin koon, mallin, kynnysmallin ja käti-syyden perusteella ryhmiin. Ryhmiä muodostui 137 kappaletta, joista 105 sisälsi yhden tuotantotilauksen. Suurin ryhmä sisälsi 7 tuotantotilausta. Toiminnanohjausjärjestelmä muodostaa jokaiselle valmistuneelle tuotantotilaukselle tilasto-kortin, jossa esitetään yhteenvetona tuotantotilauksen vakiokustannuksen, oletetun kustannuksen, toteutuneen kustannuksen, sekä toteutuneen ja vakiokustannuksen välisen eron prosentteina ja summana. Suurimman ryhmän tuotantotilauksien tilasto-kortit käytiin läpi ja niistä valittiin yksi tuotantotilaus tarkasteluun merkittävän prosentuaalisen eron perusteella.

Eron muodostumista selvitettiin tulostamalla nimikkeeltä tuoterakenteen määrrien purku-raportti ja vertaamalla sitä tuotantotilauksen muodostamiin kulutus-nimiketapahtumiin.

Tuoterakenteen määrien purkuraportti purkaa Excel-muotoon nimikkeen rakenteen ja rakenteen käyttämien nimikkeiden rakenteet alimmalle tasolle asti. Raportilla näkyy kunkin nimikkeen vakioikustannus, yksikkökustannus, määrä tuoterakenteella, mittayksikkö sekä kustannussumma per nimike.

Raporteista poimittiin itse valmistettavien varioituvien komponenttien määrä, tilausohjautuvien varioituvien osto-osien määrä, tuoterakenteen tasojen määrä, sekä rivien määrä. Tuoterakenteen tasojen määrän oletettiin kuvaavan tuoterakenteen monimutkaisuutta, sillä tasojen määrä lisääntyy nimikkeen rakenteella olevien tilausohjautuvien osakoonpanojen myötä. Esimerkiksi, jos oven tuoterakenne sisältää varastoitavan ovilehden, ovilehteä ei pureta tuotantotilaukselle tilausohjautuvasti valmistettavaksi. Jos taas tuoterakenteella on tilausohjautuva varioituva ovilehti, ovilehdelle muodostuu tuotantotilaukselle alemman tason rivi, jonka komponentteina näkyvät sen tilausohjatun tuoterakenteen komponentit. Osa komponenteista voi niin ikään olla tilausohjattuja, jolloin niille muodostuu tuotantotilaukselle edelleen alemman tason rivi, jolla on komponentteina nimikkeen valmistukseen tarvittu materiaalit. Täten myös tuotantotilauksen rivien määrä riippuu nimikkeen rakenteen monimutkaisuudesta.

Ovityypeissä E on varioituvia ominaisuuksia ovityyppiä A enemmän. Koon, mallin ja kätisyyden lisäksi ovityyppi varioituu käyttötavan, käyttölämpötilan sekä eristevahvuuden suhteen. Lisäksi oveen on mahdollista valita enemmän lisävarusteita kuin ovityypissä A. Ovilehtiä tai muita rakenteen osakokoonpanoja ei ovityypeissä E ole vakioitu varastoitaviksi eli ovityypin E tuotantotilaus koostuu tilausohjautuvasti tuotekonfiguraattorin luomista osakokoonpanoista ja komponenteista.

Koska ovityyppi E on merkittävästi vähemmän vakioitu, ei ovityypin tuotantotilausten jaottelu ollut samoin mahdollista. Vuonna 2015 valmistuneista ovista löydettiin kuitenkin kaksi ominaisuuksiltaan yhtä poikkeusta lukuun ottamatta samanlaista ovea. Molemmissa ovissa oli lisäksi sama lisävaruste. Tapaukset otettiin vertailuun.

Tuotekonfiguraattori luo kaikille konfiguroiduille ovityypeille erilliseen tietokantatauluun kootusti oveen liittyvät ominaisuudet lisävarusteineen. Tästä tietokantataulusta etsittiin mahdollisimman vastaava tapaus verrattavaksi kahteen edelliseen tapaukseen. Tietokantataulun tiedoista poimittiin kokoa lukuun ottamatta ominaisuuksiltaan ensimmäistä tapausta vastaava nimike, joka otettiin tarkasteluun. Neljäs tarkasteltava tapaus erosi edellisistä merkittävästi ja sen valintaperuste oli isoin ero tuotekonfiguraattorin laskeman yksikkökustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välillä.

## 5.2 Ovityyppi A

Ovityyppi A muodosti valmistuneista ovien tuotantotilauksista puolet vuonna 2015. Näistä niin kutsuttuja varasto-ovia oli 54 %, jotka sisältävät vakioidun karmin ja ovilehden. Varioituvia ovia oli siten 46 % tuotantotilauksista ja näistä vakiokokoisia oli 64

%.a. Vakiokokoisista varioituvista ovista 33 %.a käytti vakio-ovilehteä. Varioituvista ovista 36 %.a olivat kooltaan erikoismittaisia. Tarkasteluun otettiin kaikki varioituvista ovista vakio-ovilehteä käyttävät, joiden varioituvuus syntyi lisävarusteista.

Ovityypillä A on 27 vakio-ovilehteä. Ovilehtiä on neljälle mallille (1, 2, 3 ja 4). Ovien leveydet on vakioitu kahdeksalle leveydelle (VAL1-VAL8) ja korkeusvaihtoehtoja osassa malleista on kaksi. Yhdessä koossa on saatavilla kaikki neljä mallivaihtoehtoa, viidessä koossa kolme. Taulukossa 2 on kuvattu vakio-ovilehtien malleille vakioidut koot. Leveys on merkitty lyhenteellä VAL1-VAL8 ja korkeus merkinnällä T/W. Vakio-ovilehdet sisältävät malliriippuvat komponentit, joiden kustannus on aina sama. Vakio-ovilehdet sisältävät vain itse tehtäviä ohutlevyosia ja varastoitavia osto-osia, kuten tiivisteprofiilit. Vakio-ovilehden mallit eroavat ovilehden rei'ityksien ja vahvikkeiden suhteen, sillä eri malleissa on erilaiset saranat ja vetimet.

**Taulukko 2.** Vakio-ovilehdet malli per koko.

OVIKOKO/MALLI	1	2	3	4
VAKIOITU VAL1 x T/W	X	-	-	-
VAKIOITU VAL2 x T/W	X	X	-	-
VAKIOITU VAL2 x T/W	X	X	X	-
VAKIOITU VAL3 x T/W	X	X	X	X
VAKIOITU VAL4 x T/W	X	X	X	-
VAKIOITU VAL5 x T/W	X	X	X	-
VAKIOITU VAL6 x T/W	X	X	X	-
VAKIOITU VAL7 x T/W	X	X	X	-
VAKIOITU VAL8 x T/W	X	-	X	-
VAKIOITU VAL2 x T	-	-	X	-
VAKIOITU VAL3 x T	-	-	X	-
VAKIOITU VAL4 x T	-	-	X	-

Aineistosta valittiin edellisessä luvussa 4 kuvatuilla perusteilla tarkasteltava tuotantotilausryhmä. Yleisin malli on malli 1 ja tapaukset on taulukossa 3 numeroitu juoksevasti. Tarkenne sisältää oven pääparametrit. Taulukossa on vakioituina arvoina tuotantotilauksen tilasto-kortin kustannukset. Ensimmäisenä on konfiguraattorin laskema lopputuotteen nimikkeen vakiokustannus. Oletettu kustannus perustuu tuotantotilauksen rakenteen komponenttien muodostamaan kustannukseen ja toteutunut kustannus perustuu tuotantotilauksen kirjanpitoon kirjattuun kustannukseen. Toteutuneen ja konfiguraattorin luoman vakiokustannuksen välinen ero on esitetty prosentteina. Nimikkeen tuoterakenteen varioituvien osien kappalemäärä sekä varioituvien osto-osien määrät on laskettu tuoterakenteen purkuraportin perusteella ottaen huomioon tuoterakenteen kaikki tasot. Tasojen määrä ja tuotantotilauksen rivien määrä on laskettu tuotantotilauksen perusteella.

**Taulukko 3.** *Yhteenveto ensimmäisen ryhmän vertailtavista tekijöistä.*

Malli : Tapaus	Tarkenne	Vakiokus- tannus	Oletettu kustannus	Toteutunut kustannus	Toteutunut – vakio (%)	Varioituvia itsevalmiste- ttavia osia	Varioituvia osto-osia	Tasojen määrä	Rivien määrä
1 : 1	RW	100	155	146	46	2	2	3	16
1 : 2	RW	100	107	97	-3	1	0	3	14
1 : 3	RW	100	100	93	-7	2	0	4	37
1 : 3a	LW	100	100	93	-7	2	0	4	37
4 : 1	LW	100	100	95	-5	2	0	4	43

Ensimmäisen oven konfiguraattorin luoman vakiokustannuksen ja tuotantotilauksen toteutuneen kustannuksen välinen ero oli merkittävä. Rakenteella oli seitsemän ensimmäisen tason komponenttia, joista viiden arvostusmenetelmä oli vakio ja kahden keskimäärä. Keskimääräisellä kustannuksella arvostettavia olivat varioituvat hankittavat osto-osat. Vakiokustannuksella arvostettavia olivat varioituvat itse valmistettavat osat, vakio-ovilehti sekä osakokoonpanot. Vakioituja nimikkeitä rakenne käytti 75 %:sti.

Toiseksi vertailuun otettiin samasta ryhmästä tuotantotilaus, jossa vakiokustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välinen prosentuaalinen ero oli pieni. Eron muodostumista selvitettiin samoin kuin ensimmäisen oven tapauksessa. Toisessa vertailtavassa ovela vakiokustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välinen ero oli vain 3 %, toteutuneen ollessa pienempi. Oven rakenteessa oli tasoja kolme, kuten ensimmäisessä ovela ja rakenteen rivien määrä 14, kahta pienempi kuin ensimmäisessä ovela. Ensimmäisen tason komponentteja oli kuusi. Varioituvia itse valmistettavia osia rakenteella oli yksi. Täten rakenne käytti vakioituja nimikkeitä noin 93 %:sti.

Kolmanneksi vertailuun otettiin tuotantotilaus, jossa tasojen ja rivien määrä oli merkittävästi edellisiä isompi. Vaikka monimutkaisuus lisääntyi, vakiokustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välinen ero säilyi pienenä. Kolmannessa vertailtavassa ovela oli tasoja neljä, rakenteella 37 riviä ja ensimmäisen tason komponentteja viisi. Toteutunut kustannus oli 7 % pienempi kuin konfiguraattorin luoma vakiokustannus. Tilausohjautuvia hankittavia osia ei rakenteella ollut ja itse tehtäviä varioituvia osia oli ensimmäisen oven tapaan kaksi. Siten rakenne käytti vakioituja nimikkeitä noin 95 %:sti.

Neljänneksi vertailuun otettiin muutoin edellisen kaltainen ovi, mutta erikätinen eli ryhmittelyn ulkopuolelta. Kätisyys ei näyttänyt vaikuttavan kustannusten muodostumisen eroon, joten viidenneksi tarkasteltiin muilta ominaisuuksiltaan samanlaista ovea, mutta eri mallia. Mallien välillä ei havaittu eroa kustannusten muodostumisen kannalta. Vakio-ovilehden käytön rakenteella esti molemmissa tapauksissa ovilehden lisävarustelu. Koska ovilehdet eivät ole vakiokoossa niin sanotusti kätisiä, rakenteiden ero oli karmin osissa, jotka olivat molemmissa tapauksissa varastoitavia vakio-osia.

Viides vertailtava tapaus erosi edellisistä mallin osalta, joka oli malli 4. Tuoterakenteen tasoja oli tuotantotilauksella neljä, rakenteella 43 riviä ja ensimmäisen tason komponentteja oli viisi. Valmistettavia varioituvia peltiosia oli rakenteella kaksi, tilausoh-

jautuvia hankittavia osia ei ollut. Toteutunut kustannus oli 5 % pienempi kuin konfiguraattorin luoma vakio-kustannus. Rakenne käytti vakioituja nimikkeitä noin 96 %:sti.

Vertailu toistettiin toiseksi suurimmassa ryhmässä, joka sisälsi kuusi tuotantotilausta. Vertailun yhteenveto on esitetty taulukossa 4. Ensimmäinen tarkasteltava valittiin jälleen merkittävän prosentuaalisen eron perusteella. Seuraavaksi samasta ryhmästä valittiin toinen tuotantotilaus, jossa tilastokortin perusteella oli niin ikään merkittävä vakio-kustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välinen ero. Tuotantotilauksen nimiketapah-tumia verrattiin nimikkeen tuoterakenteen määrien purkuraporttiin. Vertailu toistettiin nimikkeiden välillä. Kolmas vertailuun otettu tuotantotilaus oli rakenteeltaan monimut-kaisempi, sisälsi edelleen kaksi varioituvaa osto-osaa, mutta lisäksi seitsemän itse tehtä-vää varioituvaa komponenttia. Vakio-kustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välinen ero oli kuitenkin pieni. Neljänneksi vertailtiin saman tyyppistä ovea, mutta eri mallia.

**Taulukko 4.** *Yhteenveto toisen ryhmän vertailtavista tekijöistä.*

Malli : Tapaus	Tarkenne	Vakiokus- tannus	Oletettu kustannus	Toteutunut kustannus	Toteutunut – vakio (%)	Varioituvia itsevalmiste- ttavia osia	Varioituvia osto-osia	Tasojen määrä	Rivien määrä
1 : 4	RW	100	171	150	50	0	2	2	14
1 : 5	RW	100	179	158	58	0	2	2	14
1 : 6	RW	100	100	96	-4	7	2	3	47
4 : 2	LW	100	100	97	-3	2	2	3	45

Ensimmäisessä vertailtavassa ovesa ei ollut itse valmistettavia tilausohjautuvia peltio-sia, mutta kaksi ostettavaa tilausohjattua varioituvaa osaa. Rakenne oli kaksitasoinen ja nimikekulutusta oli vain 14 tapahtumalla. Siten rakenne käytti vakioituja nimikkeitä noin 86 %:sti. Ovesa käytettiin varastoitavaa vakio-ovilehteä, jolle on määritetty va-kiokustannus. Rakenteen yksinkertaisuudesta huolimatta toteutunut kustannus oli kui-tenkin 50 % suurempi kuin konfiguraattorin luoma vakio-kustannus.

Toinen vertailtava ovi oli rakenteeltaan samanlainen kuin ensimmäinen ovi, ainoa ero rakenteessa oli tilausohjattavissa ostettavissa osissa. Rakenne käytti vakioituja nimik-keitä nytkin noin 86 %:sti. Toteutuneen ja konfiguraattorin luoman vakio-kustannuksen ero oli edelleen merkittävä.

Kolmannen vertailtavan oven rakenteessa oli itse valmistettavia varioituvia peltiosia seitsemän kappaletta ja ostettavia kaksi. Vaikka rakenne oli edellisiä tapauksia laajempi ja monitasoisempi, oli toteutuneen ja konfiguraattorin laskeman kustannuksen ero pieni. Tapauksen rakenteen vakioitujen nimikkeiden osuus oli noin 81 %. Vakioitujen nimik-keiden määrää laski merkittävästi varioituvien itse valmistettavien osien suuri määrä.

Neljäs vertailtava ovi oli edellisiin verrattuna vasenkätinen ja mallia 4. Ostettavia osia oli kaksi kappaletta ja samoin itse valmistettavia. Rakenteella oli 45 nimikekulutusta-pahtumaa. Tapauksessa rakenne koostui vakioiduista nimikkeistä noin 91 %:sti. Kuten



ensimmäisen ryhmän tapauksessa, tässäkin ryhmässä ei havaittu eroa mallien välillä kustannusten muodostumisen kannalta.

### 5.3 Ovityyppi E

Ovityypin E osuus kaikista vuonna 2015 valmistuneista tuotantotilauksista oli 3 %:a. Ovityypin rakenne on ovityyppiin A verrattuna monitasoisempi ja ovi kootaan useammasta osakokoonpanosta. Jokaiselle osakokoonpanolle on ovityypin konfiguraattorissa alakonfiguraattori, jota kutsutaan pääkonfiguraattorista tarpeen mukaan. Osakokoonpanoista osa liittyy jokaiseen konfiguroitavaan oveen, osaa kutsutaan vain erityisten rajaehdojen täyttyessä, kuten oven mittojen ylittäessä asetetut rajat. Alakonfiguraattorit ovat ylläpidon ja ohjelmoinnin kannalta itsenäisiä konfiguraattoreita, joiden tuottamaa tietoa niitä kutsuva pääkonfiguraattori tai ylemmän tason alakonfiguraattori hyödyntää. Siten tuotetyypin konfiguraattorin ylläpito ja muutosten hallinta on haastavaa, koska useampaan alakonfiguraattoriin vaikuttava muutos tulee tehdä jokaiseen alakonfiguraattoriin erikseen.

Ovityyppi E on voimakkaasti asiakastilausohjautuva, sillä oven eri ominaisuuksien mahdollisia yhdistelmiä on merkittävästi enemmän kuin ovityypissä A. Ovityypissä E ei myöskään ole vakioituja kokoja tai varastoitavia osakokoonpanoja. Siten ovityypin ryhmittely samoin perustein kuin ovityypissä A ei ollut mielekästä. Aineistosta pyrittiin kuitenkin ensiksi löytämään mahdollisimman samankaltaiset ovet, joissa ominaisuudet eroavat vain yhden ominaisuuden osalta. Kolmanneksi etsittiin konfiguraattorin luoman lisätietotaulun avulla ovi, jonka lisävarustelu oli samanlainen edellisen kanssa, vaikka ominaisuudet olivat merkittävästi erilaiset. Tämän vertailun avulla pyrittiin selvittämään johtuvatko mahdolliset kustannuserot todennäköisemmin oven ominaisuuksista vai lisävarustelusta. Viimeisenä tarkasteltiin ovea, joka oli useimpien ominaisuuksien osalta erilainen verrattuna aiempiin.

Taulukossa 5 on kuvattu yhteenvedo tarkasteltavista ovista. Ovityypin E mallit ovat nimetty kirjaimin A ja B. Käsiteltävät tapaukset on taulukossa numeroitu juoksevasti. Oven tunnus kertoo oven toimintälämpötilan, joka vaikuttaa osaltaan oven varusteluun. Taulukossa 5 on vakioituina arvoina tuotantotilauksen tilasto-kortin kustannukset. Ensimmäisenä on konfiguraattorin laskema lopputuotenimikkeen vakiokustannus. Oletettu kustannus perustuu tuotantotilauksen rakenteen komponenttien muodostamaan kustannukseen ja toteutunut kustannus perustuu tuotantotilauksen kirjanpitoon kirjattuun kustannukseen. Toteutuneen ja konfiguraattorin luoman vakiokustannuksen välinen ero on esitetty prosentteina. Nimikkeen tuoterakenteen varioituvien osien kappalemäärä sekä varioituvien osto-osien määrät on laskettu tuoterakenteen purkuraportin perusteella ottaen huomioon tuoterakenteen kaikki tasot. Tasojen määrä ja tuotantotilauksen rivien määrä on laskettu tuotantotilauksen perusteella. Tason 1 rivien määrä kertoo pääkonfiguraattorin kutsumien alakonfiguraatioiden ja oveen viimeistelyyn käytettävien osien määrän.

**Taulukko 5.** *Ovityypin E tarkasteltujen ovien yhteenveto.*

Malli : Tapaus	Oven tunnus	Vakiokus- tannus	Oletettu kustannus	Toteutunut kustannus	Toteutunut - vakio (%)	Varioituvia itsevalmis- tettavia osia	Varioituvia osto-osia	Tasojen määrä	Tason 1 rivien määrä	Rivien määrä
A : 1	kylmä	1000	995	963	-4	28	3	4	9	170
A : 2	pakkanen	1000	1001	970	-3	33	4	4	15	195
A : 3	kylmä	1000	995	964	-4	28	3	4	9	170
B : 1	pakkanen	1000	1002	905	-10	25	1	4	12	123

Ensimmäiset kaksi tarkasteltavaa ovea olivat toimintalämpötilaa lukuun ottamatta ominaisuuksiltaan yhteneväiset. Toimintalämpötilasta johtuen toisessa tarkasteltavassa tapauksessa oli varioituvia osia muutama enemmän kuin ensimmäisessä tapauksessa. Rakenteen rivien määrä kasvoi myös noin 10 %. Tuotekonfiguraattorin laskema oven vakiokustannus oli molemmissa hieman toteutunutta suurempi. Tuotantotilauksen rakenteen perusteella tuotantotilaukselle laskettu oletettu kustannus sen sijaan oli ensimmäisessä tapauksessa hieman vakiokustannusta pienempi ja toisessa tapauksessa suunnitteen sama. Molempien tapausten varioituvista osto-osista kaksi olivat oveen ulkoisesti liitettäviä lisävarusteita ja yksi ovilehden rakenteeseen vaikuttava lisävaruste. Tapauksen kaksi neljäs varioituva osto-osa oli toimintalämpötilasta johtuva rakenteeseen liittyvä osa.

Kolmas ovi on varustelultaan, malliltaan ja lisävarusteiden osalta samanlainen kuin ensimmäinen ovi, mutta 40 % leveämpi. Kustannusten muodostuminen oli yhteneväinen ensimmäisen tapauksen kanssa, kun koon kasvusta johtuva kustannusvaikutus eliminointiin. Ovien rakenne sekä varioituvien osien määrä olivat samoin yhteneväiset oven koon muutoksesta riippumatta.

Neljännessä ovela oli suurin toteutuneen ja vakiokustannuksen välinen prosentuaalinen ero vuonna 2015 valmiiksi kuitatuista tuotantotilauksista. Ovela oli yksi varioituva osto-osa, joka liittyi toimintalämpötilan aiheuttamaan rakenteeseen. Oven rakenne oli käsitellyistä tapauksista suppein ja varioituvien osien määrä pienin. Siten kymmenyksen ero toteutuneen kustannuksen ja konfiguraattorin luoman kustannuksen välillä oli huomattava.

## 5.4 Konfiguraattorin luomat linkitykset ja kustannuksien muuttuminen

Konfiguraattori luo monitasoisen tuoterakenteen. Se luo jokaiselle ei-varastoitavalle osakokoonpanolle, sekä varioituville osto- ja tuotanto-osille nimikkeet kaikkine tunnistetietoineen, reitityksineen sekä rakenteineen. Reitityksien ja rakenteiden perusteella lasketaan automaattisesti jokaiselle konfiguraattorin luomalle nimikkeelle vakiokustannus.

Tuoterakenteen rivit valmistetaan tuotannossa, kun siihen liittyvän reitityksen viimeinen kohta kuitataan valmistuneeksi ja niiden saldo lisääntyy. Rakenteen osat ovat sidottuja kukin osan kuluttamaan työvaiheeseen ja siten osan kulutus varastosta tapahtuu kun siihen linkitetty työvaihe kuitataan valmistuneeksi. Valmistus kuluttaa rivin komponenttien saldoa varastosta. Mikäli varastossa ei komponentilla ole saldoa, valmistuskuittaus johtaa kuittausvirheeseen. Sama koskee tilausohjattuja valmistettuja osia ja osto-osia. Mikäli tilausohjautuvan osto-osan ostotilaus ei ole kuitattu vastaanotetuksi tai mikäli osaa ei ole ostettu nimikkeenä ostotilauksella, nimikkeellä ei ole varastosaldoa eikä siten sen kuluttaman työvaiheen valmistumiskuittaus onnistu. Jokainen rivi on sidoksissa ylemmän tason komponenttiin varaustapahtuman kautta.

Ensimmäisellä tasolla on lopputuote ja sen tuoterakenne sisältää kokoonpanoon vaadittavat moduulit ja komponentit. Ovien tapauksessa ensimmäisen tason rakenne koostuu tyypillisesti ovilehdestä, karmista sekä mahdollisista muista kokonaisuuteen liittyvistä moduuleista. Tämän lisäksi ensimmäisen tason rakenteessa on tyypillisesti valmistukseen käytettävien pienosien virtuaaliset koontinimikkeet kustannusten määrittämistä varten.

Tuotteen laskennalliset kustannukset perustuvat konfigurointihetkellä voimassa oleviin toiminnanohjausjärjestelmän kustannuksiin. Kun nimike vahvistetaan tuotantoon, sen oletetut kustannukset lasketaan tuotantotilauksen rakenteen perusteella. Toteutuneet kustannukset lasketaan tuotantotilauksen kirjaushetkellä. Vakiokustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välinen ero kirjataan tuotantotilaukselta materiaalinvaihtelutilille. Kustannukset saattavat vaihtua osto-osien kohdalla vastaanottojen ja laskujen kirjauksen kautta, sillä osto-osilla on käytössä arvostusmenetelmänä keskimäärä. Keskimäärä-arvostusmenetelmä laskee nimikkeen yksikkökustannuksen nimikkeen varaston arvon ja varastosaldon painotettuna keskiarvona. Käytännössä usein konfiguroinnin ja tuotantoon vahvistamisen välinen ajallinen ero on niin pieni, etteivät osto-osien yksikkökustannukset merkittävästi muutu. Oletetun ja toteutuneen välinen ajallinen ero on usein pidempi, mutta varastoitavien nimikkeiden kohdalla yksikkökustannuksen muutokset ovat usein pidemmälläkin aikavälillä lopputuotteen kokonaiskustannuksen kannalta pieniä.

## 6. Tulokset

Aineiston perusteella ei voinut päätellä, että monitasoisempi tai laajempi lopputuotteen tuoterakenne aiheuttaisi eroa konfiguraattorin laskeman yksikkökustannuksen ja toteutuneen yksikkökustannuksen välille. Suurimmat erot näyttivät sen sijaan tulleen tuoterakenteiden kohdalla, jotka olivat yksinkertaisimpia ja käyttivät eniten vakioituja osia. Toisaalta ovityypin A ensimmäisen ryhmän kohdalla huomattiin, että varioituvien ostosien määrä aiheutti suuremman eron toteutuneen ja laskennallisen kustannuksen välillä yksinkertaisissakin tuoterakenteissa. Ero oli niin merkittävä, että pelkkä osto-osan toteutuneen ja laskennallisen eron välinen kustannus ei sitä selitä.

Ovityypin E tarkastelussa ei yhtä suuria eroja lopputuotteen laskennallisen kustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välillä havaittu kuin ovityypin A kohdalla. Ovityypissä E oli ovityyppiin A verrattuna moninkertainen määrä varioituvia osia, joista suurin osa oli valmistettavia osia. Ovityypin E tuotantotilaukset olivat myös monitasoisempia ja rivimäärältään laajempia kuin mikään ovityypin A tarkastelluista tapauksista.

### 6.1 Tuotekonfiguraattorin laskema lopputuotteen yksikkökustannus verrattuna toteutuneeseen kustannukseen

Tuotekonfiguraattorin laskema lopputuotteen yksikkökustannus tallentuu lopputuotteen nimikkeeseen vakiokustannukseksi. Siten lopputuotteen yksikkökustannus ei päivitty toteutuneen kustannuksen mukaiseksi, kun tuotantotilaus on kuitattu valmistuneeksi ja siihen liittyvät kirjaukset on viety toiminnanohjauksen kirjanpitolietoihin. Päivitys tulee tehdä vakiokustannuksen päivitystyökalulla. Yritys Oy:ssä ei konfiguroiduille lopputuotteille ajeta vakiokustannusten päivitystä, sillä konfigurointi tehdään jokainen myyntikerta uudelleen ja tuotekonfiguraattoria ei ole ohjelmoitu tarkastamaan, onko vastaavaa konfiguraatiota jo olemassa.

Aineiston perusteella tuotekonfiguraattorin laskema vakiokustannus oli ovityypin A kohdalla, joko muutaman prosentin isompi, kuin toteutunut kustannus, tai noin 50 % pienempi. Ovityypin E kohdalla laskennallinen vakiokustannus oli maksimissaan 10 % suurempi kuin toteutunut kustannus.

### 6.2 Kustannusten muodostumisen erot – ovityyppi A

Ovityypin varioituvat osto-osat olivat kaikissa tarkasteltavissa ovissa saman tuotteen mittavarioituvia versioita. Siten osto-osan kustannusten laskenta tuotekonfiguraattorissa

varioituvien osto-osien kohdalla perustui samaan materiaalikulutukseen ja laskennalliseen työhön.

Ensimmäisessä vertailtavassa oviryhmässä varioituvia osto-osia oli vain ensimmäisessä tapauksessa. Yhteenveto vertailusta on taulukossa 6. Varioituvien osto-osien osuus kokonaiskustannuksista oli ryhmän ensimmäisessä tapauksessa merkittävä 38 %. Konfiguraattorin varioituville osto-osille luomien yksikkökustannusten ero toteutuneisiin osto-osien hankintakustannuksiin verrattuna oli kuitenkin pieni. Konfiguraattorin laskemat kustannukset olivat yhteensä 2 % isommat kuin toteutuneet kustannukset. Täten osto-osien toteutuneen ja oletetun kustannuksen välinen ero vaikutti korjattuun oven kokonaiskustannuksen varianssiin vain prosentin verran.

**Taulukko 6.** *Ensimmäisen ryhmän varioituvien ovien osto-osien kustannuseron vaikutus.*

Malli : Tapaus	Tarkenne	Toteutunut – vakio (%)	Varioituvia osto-osia	Osto-osien toteutunut - oletettu (%)	Osuus toteutuneista kustannuksista (%)	Korjattu toteutunut - vakio (%)
1 : 1	RW	46	2	-2 %	38 %	45 %
1 : 2	RW	-3	0	0 %	0 %	-3 %
1 : 3	RW	-7	0	0 %	0 %	-7 %
1 : 3a	LW	-7	0	0 %	0 %	-7 %
4 : 1	LW	-5	0	0 %	0 %	-5 %

Koska tilausohjattujen osto-osien toteutuneen hankintakustannuksen ja tuotekonfiguraattorin laskeman yksikkökustannuksen välinen ero oli vain 2 %, se ei selitä lopputuotteen 46 % laskennallista suurempaa toteutunutta kustannusta. Kun verrataan taulukossa 3 esitettyä tapauksen vakioitua oletettua kustannusta, huomataan että se on niin ikään merkittävästi vakioikustannusta suurempi, 55 %. Siten syy kustannuseroon löytynee konfiguraattorin laskeman yksikkökustannuksen ja tuoterakenteen rakenteesta lasketun oletetun kustannuksen eroa vertaamalla.

Toisessa vertailtavassa oviryhmässä varioituvia osto-osia oli jokaisessa tarkastellussa ovela. Ryhmän yhteenveto on esitetty taulukossa 7. Varioituvien osto-osien oletetun ja toteutuneen kustannuksen välinen ero oli myös edellistä ryhmää moninkertaisesti isompi, vähintään 15 %:a. Tapauksissa 4 ja 5 varioituvien osto-osien osuus toteutuneista kustannuksista oli merkittävä, 40 % ja 43 %. Kun oven toteutunut kustannus korjataan varioituvien osto-osien toteutuneilla kustannuksilla, jää oven korjatun toteutuneen kustannuksen ero konfiguraattorin laskennalliseen kokonaiskustannukseen edelleen merkittäväksi. Tapauksessa 4 oven vakioikustannus on toiminnanohjausjärjestelmässä 40 % pienempi kuin toteutunut kustannus ja tapauksessa 5 vastaavasti 46 % pienempi.

**Taulukko 7.** Toisen ryhmän varioituvien ovien osto-osien kustannuseron vaikutus.

Malli : Tapaus	Tarkenne	Toteutunut – vakio (%)	Varioituvia osto-osia	Osto-osien toteutunut - oletettu (%)	Osuus toteutuneista kustannuksista (%)	Korjattu toteutunut - vakio (%)
1 : 4	RW	50	2	-15 %	40 %	40 %
1 : 5	RW	58	2	-15 %	43 %	46 %
1 : 6	RW	-4	2	-15 %	24 %	-8 %
4 : 2	LW	-3	2	-16 %	23 %	-8 %

Tapauksessa 6 konfiguraattorin laskema oven vakiokustannus oli 4 % suurempi kuin toteutunut kustannus. Vaikka varioituvien osto-osien toteutunut kustannus oli 15 % pienempi kuin konfiguraattorin laskennallinen kustannus, se vaikutti korjattuun toteutuneen kustannuksen ja vakiokustannuksen eroon vain 4 %. Tässä tapauksessa varioituvien osto-osien osuus toteutuneista kustannuksista oli lähes neljännes. Vertailutapaus mallista 4 vahvisti, että kustannusten laskenta varioituvien osto-osien kohdalla ei ole malliriippuvainen.

Ensimmäisen ryhmän tapausta 1 ja toisen ryhmän tapauksia 1 ja 2 verratessa huomattiin, että mikäli ovi eroaa varastoitavasta vakio-ovesta vain oven rakenteeseen vaikuttamattoman lisävarusteen osalta, ei tuotekonfiguraattori ota huomioon lisävarusteen kustannuksia tuotteen vakiokustannuksien laskennassa. Muihin vertailtaviin tapauksiin verratessa huomattiin, että mikäli ovi eroaa varastoitavasta vakio-ovesta muiltakin ominaisuuksiltaan tai siinä on lisäksi rakenteeseen vaikuttavia lisävarusteita, laskee tuotekonfiguraattori vakiokustannukset sisältäen tuoterakenteen kaikki osat. Siten tarkasteltavissa tapauksissa syy liian pieneen lopputuotteen vakiokustannukseen oli konfiguraattorin kustannuslaskennan virhe.

### 6.3 Kustannuksien muodostumisen erot – ovityyppi E

Taulukossa 8 on kuvattu ovityypin E varioituvien osto-osien kustannuseron vaikutus. Tarkasteltavassa ryhmässä toteutuneen ja vakiokustannuksen välinen ero oli prosentuaalisesti pienempi kuin ovityypin A kohdalla, vakiokustannuksen ollessa jokaisessa tarkastellussa tapauksessa toteutunutta pienempi. Varioituvien osto-osien toteutuneiden ja konfiguraattorin laskemien kustannusten välinen ero sen sijaan vaihteli merkittävästi käsiteltävien tapausten välillä.

**Taulukko 8.** Ovityypin E varioituvien osto-osien kustannuseron vaikutus.

Malli : Tapaus	Oven tunnus	Ero (%)	Varioituvia itsevalmistettavia osia	Varioituvia osto-osia	joista ostettu	Osto-osien toteutunut - oletettu (%)	Osuus toteutuneista kustannuksista (%)	Korjattu toteutunut - vakio (%)
A : 1	kylmä	-4	28	3	2	20 %	6 %	1 %
A : 2	pakkanen	-3	33	4	3	-9 %	3 %	-1 %
A : 3	kylmä	-4	28	3	2	-57 %	3 %	-4 %
B : 1	pakkanen	-10	25	1	1	-26 %	12 %	-4 %

Ensimmäisessä ovessa (taulukon 8 kohta A:1) oli ostettavia tilausohjautuvia osia kolme, joista kaksi oli ovilehteen liitettäviä ulkoisia lisävarusteita ja yksi ovilehden rakennetta muuttava lisävaruste. Tuotantotilauksen toteutuneissa nimiketapahtumissa oli ostettavista varioituvista osista kirjaukset vain ulkoisista lisävarusteista. Tuotantotilauksen vertaus nimikkeen tuoterakenteen purkuun osoitti, että konfiguraattorin luomaa tilausohjautuvan ovilehden rakennetta muuttava osto-osa oli poistettu tuotantotilauksen rakenteelta ja tilalle oli syötetty vastaava vakioitu nimike. Vakionimikkeen kustannus oli 24 % pienempi kuin tuotekonfiguraattorin laskema kustannus varioituvalle osto-osalle. Varioituvan osto-osan laskennallinen kustannus oli oven toteutuneeseen kokonaiskustannukseen verrattuna 1 %. Siten vaikka konfiguraattorin laskennallinen kustannus lisävarusteelle oli neljänneksen suurempi toteutuneeseen verrattuna, kustannuseron vaikutus on käytännössä merkityksetön 0,3 %. Tapauksen ulkoisten lisävarusteiden osuus toteutuneista kustannuksista oli yhteenvedon mukaan merkittävämpi, 6 %. Mutta silmiinpistävää oli näiden osien toteutuneen kustannuksen ja laskennallisen kustannuksen välinen ero. Tapauksen perusteella näytti siltä, että tuotekonfiguraattorin laskema kustannus näille ulkoisille lisäosille oli viidenneksen liian pieni.

Toinen tarkasteltava ovi poikkesi ensimmäisestä ovesta toimintalämpötilaltaan. Lisävarustelu, koko ja malli olivat yhteneväiset. Toimintalämpötila lisäsi yhden ulkoa hankittavan varioituvan osto-osan tuotantotilauksen rakenteelle. Tuotantotilauksen ja nimikkeen tuoterakenteen vertailu osoitti tässä ovessa tehdyn saman varioituvan osto-osan korvauksen vakioidulla osto-osalla. Vaikutus oli yhteneväinen ensimmäisen tapauksen kanssa. Muita varioituvia osto-osia tarkasteltaessa yksittäin havaittiin, että toimintalämpötilaan liittyvän nimikkeen konfiguraattorin laskema yksikkökustannus oli vain hieman isompi kuin toteutunut hankintakustannus. Siten tuotantotilauksen varioituvien osto-osien erosta merkittävämpi osa muodostui ulkoisten lisäosien kustannusten laskennan erosta. Tässä tapauksessa laskennallinen kustannus oli kuitenkin isompi kuin toteutunut kustannus, joka on ristiriidassa ensimmäisen tapauksen kanssa.

Kolmas tarkasteltava ovi oli muilta osin samanlainen kuin ensimmäinen ovi, mutta se oli mitoiltaan 40 % leveämpi. Oven konfiguraattorin laskema vakiokustannus oli 4 % suurempi kuin toteutunut kustannus kuten ensimmäisessäkin ovessa. Tuotantotilauksen ja nimikkeen tuoterakenteen vertailu osoitti yhteneväisesti edellisten tapausten kanssa tehdyksi saman varioituvan osto-osan korvauksen vakioidulla osto-osalla. Vaikutus edelleen oli yhteneväinen aiempien tapauksen kanssa.

Silmiinpistävää oli varioituvien osto-osien toteutuneen hankintakustannuksen ja konfiguraattorin laskeman vakiokustannuksen eron suuruus ja suunta. Koska tapaus oli yhteneväinen ensimmäisen oven kanssa, olisi oletettavaa, että varioituvien osto-osien kustannusero olisi samansuuntainen kuin ensimmäisessä ovessa. Eron tarkempi tarkastelu osoitti ostolaskun käsittelyssä tapahtuneen virheen. Ensimmäinen ja kolmas tapaus olivat tuotannossa samaan aikaan ja tilausten varioituvat osto-osat oli ostettu samalla osto-tilauksella. Ostotilauksen käsittelyssä kustannukset oli kirjattu ristiin, jolloin mitoiltaan

suuremman oven lisävarusteiden kustannukset oli kirjattu pienemmän oven lisävarusteiden kustannuksiksi ja päinvastoin. Kyseinen lisävaruste varioituu oven mittojen suhteen.

Ostotilauksen tallennusvirheen vaikutuksen selvittämiseksi osto-osien kustannusten vaikutus –taulukkoon korjattiin varioituvien osto-osien kustannukset. Taulukosta 9 nähdään, että korjauksen jälkeen osto-osien toteutunut kustannus on tapauksien 1 ja 3 välillä yhteneväinen.

**Taulukko 9.** *Varioituvien osto-osien korjattu kustannuseron vaikutus.*

Malli : Tapaus	Oven tunnus	Ero (%)	Varioituvia itsevalmistettavia osia	Varioituvia osto-osia	joista ostettu	Osto-osien toteutunut - oletettu (%)	Osuus toteutuneista kustannuksista (%)	Korjattu toteutunut vakio (%)
A : 1	kylmä	-4	28	3	2	-29 %	3 %	-1 %
A : 2	pakkanen	-3	33	4	3	-9 %	3 %	-1 %
A : 3	kylmä	-4	28	3	2	-27 %	5 %	-2 %
B : 1	pakkanen	-10	25	1	1	-26 %	12 %	-4 %

## 6.4 Löydetty erot konfiguraattorin laskeman ja toteutuneen kustannuksen välillä varioituvien osto-osien suhteen

Ovityypissä A ensimmäisessä ryhmässä tuotekonfiguraattorin laskema hankintakustannus oli vain hieman isompi kuin toteutunut kustannus. Mutta toisessa ryhmässä ero oli moninkertainen verrattuna ensimmäiseen ryhmään. Isompi ero voi selittyä oven leveyden kasvamisella kahdella vakiokoolla. Konfiguraattorin luoma kustannus oli kaikissa mallin 1 tapauksissa 15 % suurempi kuin toteutunut hankintakustannus ja mallin 4 tapauksessa 16 % suurempi kuin toteutunut hankintakustannus. Koska tuotekonfiguraattori laskee hankintakustannuksen materiaalin käytön ja oletetun työn summana, on laskennallinen kustannus suoraan verrannollinen tuotteen mittoihin. Tuotteen toimittajalla voi laskentaperuste olla erilainen kuin tuotekonfiguraattoriin on ohjelmoitu. Koska tuotteet eivät ole varastoitavia, ei toteutunutta kustannusta voida korjata toteutuneiden kustannusten perusteella uuden konfiguroinnin tapahtuessa.

Ovityypin E eräs lisävaruste aiheutti tarkastelluissa ovissa tuotantotilauksen rakenteen muokkaustarpeen. Koska tuotantotilauksen rakennetta muokattiin jokaisessa tarkasteltavassa tapauksessa, jossa lisävaruste oli rakenteella, voidaan olettaa että tuotekonfiguraattorin ohjelmoinnissa on lisävarusteen osalta virhemahdollisuus. Toisaalta tilausohjautuvan osto-osan korvaava varastoitava nimike oli kustannukseltaan 24 % pienempi kuin tuotekonfiguraattorin laskema kustannus varioituvalle osto-osalle. Siten oven laskennallinen yksikkökustannus oli osan kohdalla hieman toteutunutta suurempi. Kokonaisuuteen verrattuna ero oli kuitenkin merkityksetön, sillä osan kustannus oli vain prosentin koko oven yksikkökustannuksesta.



Ovityypissä E tapauksissa 2 ja 4 oli toimintalämpötilan aiheuttaman rakenteeseen liittyvän osto-osan kustannuksissa merkittävä ero. Tapauksessa 2 toteutunut kustannus oli 2 % pienempi kuin tuotekonfiguraattorin laskema kustannus. Mutta tapauksessa 4 toteutunut kustannus oli neljänneksen pienempi kuin laskennallinen kustannus. Nimikkeen liittyvän laskun tarkastelu osoitti, että nimikkeen pienempi toteutunut kustannus johtui sovitusta yksittäistapauksesta.

## 7. Päätelmät

Työssä tutkittiin konfiguraattorin laskeman kustannuksen oikeellisuutta toteutuneeseen kustannukseen lopputuotteen ja tilausohjautuvan osto-osan kannalta. Siten pyrittiin löytämään vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka lähellä konfiguraattorin laskema yksikkökustannus on toteutunutta kustannusta?
2. Mikä vaikutus konfiguraattorin luomalla tilausohjautuvalla komponentilla on lopputuotteen toteutuneisiin kustannuksiin?

Tarkasteltu konfiguraattori soveltuu pääsääntöisesti hyvin tilausohjautuvien tuotteiden konfigurointiin. Konfigurointituloksen oikeellisuus riippuu kuitenkin merkittävästi konfiguroinnin ohjelmoinnin oikeellisuudesta, joka osaltaan heijastaa tuotetiedon mallintamisen tasoa. Siten tuotteen monimutkaisuudella ei ole suoraa yhteyttä konfiguroinnin oikeellisuuteen. Ensimmäisessä tarkastellussa tuotetyypissä huomattiin, että konfiguraattorin luoma kustannus erosi merkittävästi vähemmän toteutuneesta kustannuksesta, kun kyseessä oli varioituvampi ja siten rakenteeltaan monitasoisempi tuoteyksilö verrattuna vakioitua osakokoonpanoa käyttävään tuoteyksilöön.

Toisen tarkastellun tuotetyypin kohdalla konfiguraattorin luoman kustannuksen ja toteutuneen kustannuksen välillä ei ollut merkittäviä eroja. Mutta kun verrattiin nimikkeen tuotantotilauksen tapahtumia ja purettua tuoterakennetta, havaittiin että tuotantotilauksella ei ollut kaikkia nimiketapahtumia, joita puretun tuoterakenteen perusteella olisi pitänyt olla. Vertailussa huomattiin lisäksi, että osassa tapauksista oli tuotantotilaukselta poistettu tilausohjautuva osto-osa ja korvattu se toisella, varastoitavalla nimikkeellä. Myös joitain itse valmistettavia varioituvia osia oli poistettu tuotantotilauksilta osittain. Näissä tapauksissa nimike oli valmistettu tuotantotilauksella ja se oli siten kuluttanut materiaalit ja komponentit. Mutta koska nimike oli poistettu sen pääkokoonpanon komponenteista, se ei kulunut varastosta vaan jäi vapaana varastoon. Todellisuudessa näitä osia ei fyysisessä varastossa oletettavasti ole, vaan saldo on toiminnanohjausjärjestelmän haamusaldo.

### 7.1 Tuotteen räätälöintiasteen vaikutus lopputuotteen kustannusten oikeellisuuteen

Tuotetyypin A kohdalla varioituvien ovien kohdalla kolmannes ovista, eli vakio-ovilehtiä käyttävät varioituvat ovet, tuotti jopa 50 % liian pienen vakio-kustannuksen. Ensimmäisessä ovityypissä räätälöintiasteen noustessa toteutuneiden kustannusten ja

vakio kustannusten ero ei muuttunut. Siten merkittävintä kustannusten oikeellisuuden kannalta vaikuttaisi olevan se, kuinka konfiguraattori huomioi vakioitujen osakokoonpanojen ja tilausohjautuvien osien kustannuksen yhdistämisen.

Mikäli tuote käytti vähän tai ei lainkaan vakioituja osakokoonpanoja, tuotteeseen liittyvien tilausohjautuvien osto-osien kustannukset lisäsivät kokonaiskustannusta asianmukaisesti. Tilausohjautuvat itse valmistettavat osat sen sijaan lisäsivät varioituvuudesta riippumatta kokonaiskustannusta oikein.

## 7.2 Tuotekonfiguraattorin merkitys hankinnan kannalta

Tuotekonfiguraattorin luoma hankintakustannus eli ostohinta muodostui ostettavan tuotteen oletetun rakenteen ja reitityksen perusteella. Koska toimittajalla kustannusten muodostusperiaate tai hinnoitteluperuste ei ole poikkeuksetta sama kuin tuotekonfiguraattoriin ohjelmoitu, osto-osan oletettu hankintakustannus erosi toteutuneesta kustannuksesta. Ero ei kuitenkaan ollut keskimääräisesti lopputuotteen toteutuneiden kustannusten kannalta merkittävä. Koska tarkasteltavat ostettavat osat ovat yksittäiskappaleita, on hankintakustannuksen ohjelmointi todellisuutta vastaavaksi haastavaa. Joitain osia ostetaan toistuvasti, joiden kohdalla kannattaa harkita vakionimikkeen luomista tilausohjautuvan osto-osan tilalle, jolloin kustannus saataisiin oikeaksi.

Tuotekonfiguraattorin luoma tilausohjautuva osto-osa linkittyy tuotantotilauksen rakenteelle sen luomisesta lähtien. Sidos perustuu tilausohjautuvuus- ja varausparametreihin osto-osan nimikkeellä. Koska osto-osan ja tuotantotilauksen välillä on linkki, ei osto-osan korvaaminen esimerkiksi ylimääräiseksi jääneellä vastaavalla osalla ole mahdollista ilman tuotantotilauksen rakenteen muuttamista käsin. Tällöin varaustapahtuma osto-osan ja tuotantotilauksen välillä tulee purkaa ja syöttää tilalle korvaavan nimikkeen nimiketunnus sekä määrä.

Tuotekonfiguraattori voidaan ohjelmoida tarkastamaan, onko vastaava nimike samoilla parametreilla jo luotu. Mikäli on, käyttää tuotekonfiguraattori luotua nimikettä ja mikäli nimikkeen parametrin sen sallivat ja varastossa on vapaata saldoa, voi tuotekonfiguraattorin muodostama tuotantotilaus varata varastosta jolloin hankintaehdotusta osasta ei tule. Yritys Oy:ssä olemassa olevan nimikkeen tarkastusta ei kuitenkaan ole otettu tois- taiseksi käyttöön. Jos tuotekonfiguraattoriin tehdään pieniä muutoksia, ei osien oikeellisuus parametritarkastuksesta huolimatta ole aukoton.

### 7.3 Konfiguraattorin luomien hankintakustannusten ja toteutuneiden hankintakustannuksien eron vaikutus kokonaiskustannuksiin

Konfiguraattorin luomien hankintakustannusten erotus toteutuneisiin kustannuksiin vaihteli merkittävästi. Ovityypissä A havaittiin ero tarkasteltujen ryhmien välillä. Ensimmäisessä ryhmässä ero oli 2 %, mutta toisessa ryhmässä keskimäärin 15 %. Tarkasteltujen tapauksien tilausohjautuva osto-osa oli sama mittavarioituva tuote. Tarkastellut ryhmät erosivat oven leveyden suhteen. Tuotekonfiguraattorin ohjelmoitu osto-osan kustannusten laskenta oli lähes oikea toisessa ryhmässä, mutta kuudenneksen liian iso toisessa ryhmässä. Koska kyse on samasta mittavarioituvasta osto-osasta, konfiguraattorin laskentaperusteen muuttaminen vaikuttaa kaikkiin tuotetyypin kokoihin. Siten laskentaperusteen muuttaminen osto-osan kohdalla ei ratkaise toteutuneen ja laskennallisen kustannuksen välistä eroa.

Vaikka tuotantotilauksen toteutuneissa kustannuksissa huomioitiin konfiguraattorin luoma kustannus tilausohjautuvien osto-osien kohdalla, osto-osan toteutuneen kustannuksen vaikutus oven kokonaiskustannukseen oli keskimäärin prosentin luokkaa. Samoin ovityypin E kohdalla huomattiin, että tilausohjautuvan osto-osan korvaaminen vakioidulla varastoitavalla nimikkeellä ei aiheuta toteutuneeseen kustannukseen suurta vaikutusta.

### 7.4 Tutkimuksen tarkastelu

Työ tehtiin toiminnanohjausjärjestelmään syötetyn tiedon perusteella. Tietoa voi järjestelmään syöttää ja sitä voi muokata ilman tapahtumakuvauksia, joten esimerkiksi rakenteen muokkaaminen käsin ei synnytä selitystä muokkauksen syystä. Lisäksi tiedon muokkaaja jää kirjaustapahtumia lukuun ottamatta anonyymiksi. Toisaalta toiminnanohjausjärjestelmä ei vie käsin tehtyä muokkausta automaattisesti toimintoketjussa taaksepäin, joten muokkaus on useimmiten löydettävissä vertailemalla toimintoketjun osia keskenään.

Kustannuksia verrattaessa oma hankaluutensa on nimikkeen arvostusmenetelmän määrittämä kustannusten muuttuminen ajan myötä. Yritys Oy:ssä ostettaville osille ja komponenteille on käytössä liukuvan keskihinnan mukainen keskimääräinen kustannus. Siten ostohintojen muuttuessa, esimerkiksi yleisen hinnannousun tai suuremman eräkoon volyyomialennuksen vuoksi, tulee muutos ottaa huomioon kun verrataan useampaa kuukautta aiemmin valmistettua tuotantotilausta nykyhetkeen. Nimikkeen hankintahintojen muutoksen aiheuttamat virheelliset tulkinnat pyrittiin tässä työssä estämään tarkastelemalla ensisijaisesti käsiteltävän tuotantotilauksen tilastoa kustannusten suhteen ja vertaamalla sitä purettuun tuoterakenteeseen vain nimikkeiden ja niiden yksikkömäärän perusteella.

Mahdollisia syitä nimikkeen tuotantotilauksen muokkaamiseen käsin on monia. Tässä työssä katsottiin muokkauksen syytä tärkeämmäksi löytää ne vaikutukset, joita tuotantotilauksen muokkaamisella on kustannuksiin ja toiminnanohjausjärjestelmän sisältämän tiedon yhtenevaisuuteen.

## 7.5 Suositukset työn teettäjälle ja tiedeyhteisölle

Tuotekonfiguraattoriin liittyvä tutkimus käsittelee usein tuotekonfiguraattoria PDM-järjestelmän osana. Tuotekonfiguraattorilla voi kuitenkin olla tuotetiedon tuottajaa laajempi rooli, kun se on yhdistetty yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Kirjallisuudessa usein erotellaan konfiguraattorit myynnin käyttämään asiakaspalvelua tukevaan myyntikonfiguraattoriin ja tuotetiedon sisältävään, tuotannolle tietoa synnyttävään, tuotekonfiguraattoriin. Tarkastellussa Yritys Oy:ssä tätä erottelua ei ole tehty vaan yrityksen tuotekonfiguraattori palvelee koko tilaus-toimitusketjua tuottaen tietoa niin myynnin kuin tuotannonkin tarpeisiin.

Tuotekonfiguraattorin ohjelmointi perustuu tuotemalliin. Rakenteeltaan yksinkertaisissa tuotteissa tarkan tuotemallin luominen ei helposti tunnu yhtä tärkeältä kuin rakenteeltaan monimutkaisissa tuotteissa. Työssä kuitenkin huomattiin kustannusten laskennan osalta ohjelmointivirhe tuotekonfiguraattorissa tuotteessa, jonka rakenne käytti vakio-komponentteja. Siten vakio-komponentteja käytettäessä on konfiguraattoria ohjelmoitaessa varmistettava, että jokaisen komponentin kustannus lisätään kokonaiskustannukseen.

Mikäli tuotantotilauksella huomataan virhe, tulisi se korjata tuotantotilauksen lisäksi myös nimikkeen tuoterakenteelle tai sulkea nimike kun nimikkeen laskutus asiakkaalta on tehty. Tuotekonfiguraattoriin tieto korjauksesta tulee viedä myös välittömästi, jotta ehkäistään uusien virheellisten tuoterakenteiden synty.

Yritys Oy:ssä ei nykyisellään ole käytössä tuotekonfiguraattorin ominaisuutta, jolla voitaisiin hyödyntää jo luotuja lopputuote- tai komponenttien nimikkeitä ja nimikkeisiin liittyvää tuotetietoa. Mikäli tuotemallin konfiguraattorimallia ylläpidetään ja muokataan aktiivisesti, ei aiemmin luotuja nimikkeitä ole turvallista käyttää, sillä niiden rakenne tai muut tuotetiedot saattavat olla virheellisiä. Mutta mikäli tuotteeseen tehdään harvakseltaan muutoksia konfiguraattorimalliin, olisi jo luotujen nimikkeiden hyödyntäminen edullista. Tässä tapauksessa varioituvia osto-osia olisi mahdollista ostaa samalla nimikkeellä uudestaan, jolloin niiden yksikkökustannus tulisi tuotekonfiguraattorin laskentaan toteutuneen kustannuksen määräisenä.

## 8. YHTEENVETO

Toiminnanohjausjärjestelmiä koskevaa tuoretta tutkimustietoa oli saatavilla paljon. Toiminnanohjausjärjestelmien kustomointia ja muokkaamista koskevia tutkimuksia oli niin ikään tehty eri näkökulmista runsaasti. Oli esimerkiksi tutkittu kustomoinnin syitä ja kustomointitapoja sekä kustomoinnin ajallista toteuttamista, tehdäänkö kustomointeja toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottovaiheessa vai toiminnanohjausjärjestelmän käytön aikana. Toiminnanohjausjärjestelmän toimintaa voidaan laajentaa liittämällä se ulkoisiin ohjelmistoihin tai lisäämällä toiminnanohjausjärjestelmän päälle siihen kiinteästi liittyvä ohjelmisto, kuten konfiguraattori tai laskujenkäsittelyohjelma. Tästä voidaan päätellä, että toiminnanohjausjärjestelmää ei enää nähdä erillisenä ja kaiken tarpeellisen sisältävänä ohjelmistona vaan sen muokkaamista yrityksen tarpeisiin voidaan tehdä monin eri tavoin ilman tarvetta muokata toiminnanohjausjärjestelmän perustaa.

Konfiguraattorin toimintaperiaate rajaa sen hyödyntämismahdollisuuksia, joka on otettava huomioon konfiguraattoria valittaessa. Asiakasräätelöidyssä tuotannossa vaatimukset konfiguraattorille ovat merkittävästi erilaiset kuin modulaarisessa tuotannossa. Lisäksi on otettava huomioon, halutaanko tuotekonfiguraattori liittää toiminnanohjausjärjestelmään kiinteästi tuottaen reaaliaikaista tietoa toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan. Tutkitussa Yritys Oy:ssä tarkasteltu tuotekonfiguraattori tuotti tuoterakennetiedon lisäksi lisätietoa tuotannon ja myynnin tarpeisiin.

Toiminnanohjausjärjestelmään liitetty tuotekonfiguraattori toimii toiminnanohjausjärjestelmän laajennuksena, joka parhaimmillaan muokkaa toiminnanohjausjärjestelmää sopivammaksi yrityksen prosesseihin ilman muutoksia toiminnanohjausjärjestelmän lähdekoodiin. Tuotekonfiguraattori voi luoda merkittävän määrän tietoa toiminnanohjausjärjestelmän hyödynnettäväksi käyttäjän silmin lähes automaattisesti.

Tuotekonfiguraattorin toimivuuden perusta on selkeä tuotemäärittely, jonka perusteella tuotemallin ohjelmointi tehdään. Mikäli tuotemäärittely on puutteellinen tai kehittyvä, on tuotekonfiguraattorin ylläpitotarve jatkuvaa. Tuotekonfiguraattori ei tosin koskaan ole valmis vaan sen ylläpitotarve syntyy vähintään tuotteen ominaisuuksien päivityksen tai lisävarusteiden lisäämisen kohdalla.

Työ toteutettiin toiminnanohjausjärjestelmän tietokannan kirjauksia ja taulujen tietoja vertaamalla. Siten pyrittiin keräämään mahdollisimman objektiivista tietoa tuotekonfiguraattorin tuottamasta tiedosta ja toimintoketjussa tehdyistä tapahtumista toiminnanohjausjärjestelmään tehtyjen kirjausten kannalta.

Työn havaintojen perusteella tärkein konfiguraattorin muodostamien kustannusten oikeellisuuden tekijä on konfiguraattoriin ohjelmoitu tuoterakenne ja kustannusten muodostumisen laskenta. Yksittäisten nimikkeiden kustannusten muuttuminen on vaikutukseltaan pieni verrattuna lopputuotteen kokonaiskustannukseen. Mikäli oven kustannusten laskennasta jää osakokoonpano tai nimike pois, voi sen merkitys olla huomattava. Toisaalta merkitys pienenee lopputuotteen kokonaiskustannusten kasvaessa.

## LÄHTEET

- Aslan, B., Stevenson, M. & Hendry, L. H. (2012). Enterprise Resource Planning systems: An assessment of applicability to Make-To-Order companies. *Computers in Industry*, 63, s. 692-705.
- Chou, S.-W. & Chang, Y.-C. (2008). The implementation factors that influence the ERP (enterprise resource planning) benefits. *Decision Support Systems*, 46, 1, s. 149–157.
- Coughlan, P. & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22, 2, s. 220–240.
- Forza, C. & Salvador, F. (2002a). Managing for variety in the order acquisition and fulfilment process: The contribution of product configuration systems. *International Journal of Production Economics*, 76, 1, s. 87–98.
- Forza, C. & Salvador, F. (2002b). Product configuration and inter-firm co-ordination: an innovative solution from a small manufacturing enterprise. *Computers in Industry* 49, 1, s. 37–46.
- Hald, K. S. & Mouritsen, J. (2013). Enterprise resource planning, operations and management. *International Journal of Operations & Production Management*, 33, 8, s. 1075–1104.
- Haug, A., Hvam, L. & Mortensen, N. H. (2012). Definition and evaluation of product configurator development strategies. *Computers in Industry*, 63, 5, s. 471–481.
- Holmström, J., Ketokivi, M. & Hameri, A-P. (2009). Bridging Practice and Theory: A Design Science Approach. *Decision Sciences*, 40, 1, s. 65–87.
- Hvam, L., Pape, S. & Nielsen, M. K. (2006). Improving the quotation process with product configuration. *Computers in Industry*, 57, 7, s. 607–621.
- Ifinedo, P. & Olsen, D. H. (2015). An Empirical Research on the Impacts of organisational decisions' locus, tasks structure rules, knowledge, and IT function's value on ERP system success. *International Journal of Production Research*, 53, 8, s. 2554–2568.
- Kallunki, J-P., Laitinen, E. K. & Silvola, H. (2010). Impact of enterprise resource planning systems on management control systems and firm performance. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12, 1, s. 20–39.
- Meredith, J. (1998). Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, 16, 4, s. 441–454.



- Moalagh, M. & Ravasan, A. Z. (2013). Developing a practical framework for assessing ERP post-implementation success using fuzzy analytic network process. *International Journal of Production Research*, 51, 4, s. 1236—1257.
- Olkkonen, T. (1993). Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi, Teollisuustalous ja työpsykologia, Report No 152. 139 s.
- Oseni, T., Rahim, M., Foster, S. & Smith, S. (2013). Exploring ERP post-implementation modifications and their influence on business process outcomes: a theory driven model', in Hepu Deng and Craig Standing (ed.) *ACIS 2013: Information systems: transforming the future: Proceedings of the 24th Australasian Conference on Information Systems*, Melbourne, Australia, 4-6 December, s. 1-10.
- Oseni, T., Foster, S., Rahim, M. M. & Smith, S. P. (2014). Optimising business processes through ERP post-implementation modifications: an exploratory case study. *PA-CIS 2014 Proceedings*. Paper 336.
- Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. (2002). *PDM – Tuotetiedonhallinta*, 1. painos, Edita Publishing Oy, Helsinki. 169 s.
- Slack, N. & Lewis, M. (2008). *Operations strategy*, 2. painos, FT Prentice Hall, Harlow, 470 s.
- Stevenson, W. J. (2014). *Operations management*, 12. painos, McGraw Hill/Irwin, New York, 904 s.
- Swafford, P. M., Ghosh, S. & Murthy, N. (2008). Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility. *International Journal of Production Economics*, 116, 2, s. 288–297
- Sääksvuori, A. & Immonen, A. (2004). *Product lifecycle management*. Berliini: Springer. 222 s.
- Tenhiälä, A. & Helkiö, P. (2014). Performance effects of using an ERP system for manufacturing planning and control under dynamic market requirements. *Journal of Operations Management*, 36, s. 147–164.
- Trentin, A., Perin, E. & Forza, C. (2011). Overcoming the customization-responsiveness squeeze by using product configurators: Beyond anecdotal evidence. *Computers in Industry*, 62, 3, s. 260–268.
- Trentin, A., Perin, E. & Forza, C. (2012). Product configurator impact on product quality. *Int. J. Production Economics*, 135, 2, s. 850–859.

Voss, C., Tsikriktsis, N. & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22, 2, s. 195–219.

van Weele, A. J. (2005). *Purchasing & supply chain management: analysis, strategy, planning and practice*. 4. painos. London: Cengage Learning, cop. 364 s.

Zach, O. & Munkvold, B. E. (2012). Identifying reasons for ERP system customization in SMEs: a multiple case study. *Journal of Enterprise Information Management*, 25, 5, s. 462–478.